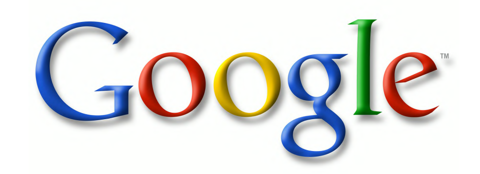








# Repertorium der Physik.

Enthaltend
eine vollständige Zusammenstellung der neuern
Fortschritte dieser Wissenschaft.

Unter Mitwirkung der Herren

Lejeune-Dirichlet, Mahlmann, Moser, Radicke, Riess,
Röber, Strehlke

herausgegeben

von

**HEINR. WILH. DOVE.**

---

## IV. Band.

**Meteorologie, specifische Wärme, strahlende
Wärme.**

Mit zwei Tafeln Abbildungen und einer Charte der Isothermen.

---

**Berlin:**
Verlag von Voit & Comp.
1841.

# Vorwort.

---

Der die Verbreitung der Wärme auf der Oberfläche der *Erde* enthaltende Abschnitt p. 1—174, zu welchem die diesem Bande beigegebene Isothermenkarte gehört, ist von Herrn **Mahlmann** bearbeitet. Er enthält zugleich eine vollständige Litteratur des jetzigen Beobachtungsmaterials und hat daher eine grössere Ausdehnung erhalten, als ihm anfänglich zugedacht war. Die Sorgfalt, welche auf diesen schwierigen Druck verwendet werden musste, so wie der Wunsch, endlich in diesem Bande eine Darstellung der Mellonischen Entdeckungen zu geben, welche aber erst jetzt zu einer Art von Abschluss gelangt sind, hat das Erscheinen desselben ungewöhnlich verzögert. Der fünfte Band, mit welchem dieser Cyclus des Repertoriums beendet ist, wird ausser dem noch in der Wärmelehre bisher nicht Besprochenen eine Uebersicht der neuen Untersuchungen in der Mechanik, die Physik der Sinneswerkzeuge und die physikalische Optik enthalten. In dem vorliegenden Bande ist die Meteorologie und die Wärmelehre von p. 175 an von mir bearbeitet worden.

Berlin, den 26. September 1841.

*Dove.*



# Berichtigungen

## zu der Abhandlung über mittlere Vertheilung der Wärme auf der Erdoberfläche (pag. 1—174).

P. 1 Z. 7 v. u. *l.* Reihe. — p. 8 Tab. I. Petersb. *l.* 57′ st. 27′ n. Br. — Tab. III. Anm. 8) *l.* Report. — p. 9 Anm. *) *l.* p. II. — p. 11 Z. 14 v. o. *l.* sich höchstens; Z. 18 v. u. streiche *). — p. 16 l. Std. d. Etr. Padua — 0.23. — p. 27 Z. 12 v. u. *l.* 1826—36. p. 30 b. Haapak. Z. 4 v. o. setze vor Med. d.: „—" Die Höhe ist nahe 100′. — p. 31 Bergen: Höhe 50′ ca. — p. 32 Upsala Höhe nach o′ u. Z. 6 s. n (48 J.) ein „. — p. 33 zu Stockholm: 1783—87 ward um 6, 2 u. $10^h$ obs. — Lund Z. 1 *l.* 1765 st. 1865. — p. 34 Apenrade *l.* 83′ st. 100′ h. — p. 40 Dublin N. 4 u. 5 *l.* in 54° st. 45° (Br.). p. 43 Plymouth *l.* J.-Md. 10.8 u. Z. 1 *l.* 11.16 st. 11.4. — p. 45 Z. 2 v. u. s. 9°.6). — p. 47 Arras H. 200′. — p. 51 Rhodez H. 1850 st. 450′. — p. 52 Avignon Z. 4 *l.* 14.8, a. 2 J. obs. Guérin dieslb. Std. — p. 55 Z. 1 v. o. *l.* W. — 0.9. Bei Stralsund Z. 4 *l.* S. 17.1 st. 9.4. — p. 56 Perleberg *l.* 11′ ö. Lg. — p. 57 Z. 7 v. o. *l.* 10 J. bis 1838 st. 10 b. 38. — p. 59 Eisenach s. n. Med. J. 7.5 ein? bei Erfurt *l.* W. 0.6; S. 17.3 (a. 13 J.) corr. — p. 60 Troppau *l.* 56′ n. Br. — p. 62 Landskron *l.* J. 7°.8 st. 8.8 — p. 66 Stuttgart *l.* Höhe 830 st. 860′. — p. 69 Z. 1 v. u. *l.* ergab st. ergaben. — p. 70 Trient *l.* 4′ n. Br. st. 44′, daher nach Sondrio zu setzen. — p. 76 Rovigno *l.* 11° 17′ st. 8° 57′ ö. Lg. — p. 77 Z. 5 v. o. *l.* Sch. st. Teh. p. 80 Z. 1 v. u. s. fiel. — p. 85 Zlatoust Z. 2 *l.* 1837 a. 8 Bb. tägl. — p. 88 Jekaterinbg. Z. 1 *l.* ist das uncorr. Med. — p. 89 bei Bagdad *l.* Beauchamps obs. nicht immer zu denselben Std, oft nur Mg. u. Abd., dessh. sind die unc. Media unsicher. — p. 97 Algier Z. 2 s. n. Zehntelgrade: in den mon. Mitteln. — p. 98 Laguna *l.* 28° 30′ n. Br., 18° 39′ w. Lg. — p. 107 Sackett's H. *l.* 78° 17′ w. L. Pittsburg *l.* 82° 22′ w. Lg. — p. 120 Süd-Am. Die Bodentemp. scheint nach neuern Beob., welche abweichende Result. von Boussingault's Angaben liefern, kein so zuverlässiges Mittel zu liefern, wie dieser annimmt. — p. 122 R. Berbice 59 3/4° w. Lg. — p. 123 Almaguer *l.* J. 17.1. — p. 132 Z. 5 bis 1 v. u. *l.* in der Rubrik Plymouth +0.47 st. 0.84, +0.84 st. 1.11, +1.11 st. 1.30 u. +130 st 1.51. — p. 136 Z. 3 v. u. *l.* Aus den. — p. 145 Z. 3 v. o. *l.* +0.66 st. 1.06 (?). — p. 146 Z. 15 v. u. *l.* Punkte. — p. 151 b. F. Franklin *l.* Jan. — 0.04, Aug. — 0.02, Sept. — 0.11 u. im 11-mon. Durchschn. 0.25. — p. 155 Z. 3 v. o. schalte n. $66^t$ ein „womit Forbes' Resultat $64.5^t$ bei Edinburgh (Ed. Trans. 1839) sehr gut übereinstimmt." — p. 156 Z. 16 v. u. schalte n. Ergebn. ein „mittheilen." — p. 158 Anm. Z. 3 v. o. *l.* von nahe 10°. — p. 159 Z. 16 v. u. *l.* Temp. an der äusseren Grenze. — p. 161 Z. 16 v. o. *l.* (p. 23, 93—95. 130) — p. 167 Z. 24 v. u. Zittau *l.* Höhe $128^t$; Z. 14 v. u. Hartwick *l.* H. 170t, Med. 7°.5. — p. 168, 2. Col. Z. 25 v. o. *l.* H. $143^t$ st. 127t. — p. 173 Z. 4 v. o. schalte nach v. Humboldt ein: „Indischer Ozean in 1° n., 91° ö. 29.6, Baudin. — Grosser Oz."

*) M. s. auch die Anm. zu p. 158 u. 164.

---

Die Verbesserungen von pag. 175 an stehen auf der letzten Seite des Bandes,

# Inhaltsverzeichniss zum vierten Bande.

---

## Elfter Abschnitt.

(Fortsetzung).

### Meteorologie.







---

## Zwölfter Abschnitt.

### Wärme.

---

Bei den Figuren ist keine besondere Nachweisung erforderlich, da die jedesmalige Seite des Textes ihnen beigedruckt ist. Nur Fig. XII. Taf. II. ist nicht im Text angeführt. Dieses von Piddington näher untersuchte Beispiel bestätigt die pag. 199 gegebene Theorie, indem es zeigt, dass ein seitlich gehemmter Luftstrom, auch wenn das Hinderniss ein rein mechanisches ist, sich in einen Wirbelwind verwandelt, dessen Drehung in dem durch die Theorie verlangtem Sinne geschieht. Näheres in Pogg. Ann. 52. p. 1. Die registrirenden Windmesser von Whevell und Oster konnten nicht abgebildet werden, da eine genaue Beschreibung derselben nicht vorlag.

# Elfter Abschnitt.

(Fortsetzung.)

## Mittlere Vertheilung der Wärme auf der Erdoberfläche.

Von

*Wilh. Mahlmann.*

Unter allen Elementen der vergleichenden Klimatologie ist der Wärme, als dem am meisten hervortretenden, bisher die grösste Aufmerksamkeit der Physiker zu Theil geworden, und desshalb finden wir, dass die Untersuchungen über die Temperaturvertheilung auf der Erdoberfläche überhaupt und in der jährlichen Periode an den einzelnen Beobachtungsorten unstreitig am weitsten vorgeschritten sind. Dennoch lässt sich nicht in Abrede stellen, dass auch in diesem Gebiete durch den stets auf das Allgemeine und Wesentliche in den Erscheinungen, auf die Einheit in der Natur gerichteten Scharfblick des berühmtesten der neuen Reisenden erst die Umrisse geschaffen, und die Basis aufgestellt ist, denen sich spätere Forschungen nothwendig anschliessen müssen, um dies Element nebst seinen Beziehungen auf die Verbreitungsgesetze organischer Geschöpfe und auf die Civilisation des Menschengeschlechts näher kennen zu lernen.

Ich habe in den folgenden Tafeln nur eins von den vielen Momenten, welche bei der Wärmevertheilung zu betrachten sind, bearbeitet, nämlich die mittlere Temperatur des Jahres und bei vielen Orten, namentlich wenn eine längere Reihen von Beobachtungen zu Gebote stand, auch die mittlere Temperatur des Winters und Sommers und (in den Tropen gewöhnlich, wo Winter- und Sommer-Temperatur keine Bedeutung haben, da hier die trockne und die Regenzeit nach ihrem verschiedenen Eintreten und ihrer ungleichen Dauer in verschiedenen Breiten und Continenten berücksichtigt werden müssten) die Wärme

des kältesten und des heissesten Monats. Niemand wird daran zweifeln, dass diese numerischen Elemente nicht allein in den Tropen noch viel Mangelhaftes haben, sondern dass auch die Klimatologie der kältern Zonen noch in vieler Hinsicht der erwünschten Genauigkeit ermangelt, und die unter der Rubrik „Bemerkungen" in den Tabelle angegebenen Resultate früherer Berechnungen werden überzeugen, dass wir auch jetzt noch ununterbrochen dahin streben müssen, die numerischen Elemente zu vervollkommenen, wenn es auch beim gegenwärtigen Stande der Wissenschaft schon möglich und leicht erscheint, bei diesen Elementen gewisse Fehlergrenzen festzusetzen, über welche hinaus künftige Beobachtungen die Resultate nicht verändern dürften. — Ich darf mir nicht schmeicheln, in diesen Tabellen alle bekannt gemachten Beobachtungen in Bezug auf die vorliegende Betrachtung niedergelegt zu haben; aber wer erfahren, wie unglaublich zerstreut diese Beobachtungen in den verschiedenartigsten Zeitschriften und Werken sind (m. vergl. meine Literatur-Cit. in d. Tab.), der wird es leicht erklärlich finden, dass ich nach jahrelangem Sammeln noch während des Drucks auf mehrjährige Beobachtungen getroffen bin, die mir früher entgangen *). Von den 7—800 Angaben der mittleren Jahrestemperatur in diesen Tabellen finden sich jedoch viele, welche insbesondere durch die Kürze der Beobachtungszeit ein geringeres Vertrauen verdienen, was ihre Vergleichung mit andern Orten betrifft; andere habe ich aufgenommen, die man bisher nicht hat benutzen wollen, weil sie an sich zweifelhaft erschienen; jetzt treten sie mit neueren zusammen auf und dienen sich wechselseitig zur Bestätigung; dass dabei nicht ohne Kritik verfahren werden durfte, brauche ich nicht hinzuzufügen, aber es gehörte eine eigene Sagacität dazu, Resultate als unbrauchbar oder brauchbar anzunehmen, wenn die Beobachtungen zuverlässig erschienen, bloss weil die Tageszeit der Observation nicht angegeben war, während man viele andere ohne diese allerdings höchst wichtige Bestimmung zu benutzen gezwungen war und leider noch ist. Dies führt mich zu einigen Bemerkungen über die Fehlergrenzen, innerhalb welcher bisher Bestimmungen der mittleren Temperatur möglich gewesen sind; diese Fehler sind zum Theil öfter erwähnt

*) Ich darf es hier nicht unterlassen, dem Herrn v. Humboldt für die Mittheilung von Beobachtungen im Manuscript, die zum Theil nirgend publicirt worden, öffentlich meinen innigsten Dank auszudrücken.

werden, aber bei der vorliegenden Untersuchung hat man dieselbe oft ausser Acht gelassen, oder durch Muthmassungen zu beseitigen geglaubt; wir berühren nur folgende:

a) Setzen wir selbst voraus, dass die Construction der Thermometer, bei welcher noch in der neuesten Zeit so wichtige Verbesserungen angegeben wurden, völlig genau sei *); dass sogar, was wohl nicht häufig bei den Messungen der Fall gewesen, die Correction wegen des Calibers **) in der Graduirung vorgenommen: so ist bekannt, dass eine allmälige Erhöhung des Nullpunktes stattfindet, dass also ein wegen dieses Uebelstandes nicht corrigirtes Instrument nach wenigen Jahren ein zu hohes Medium für den Ort giebt. Egen wies nach, dass Thermometerbeobachtungen nicht bis auf 0°.25, oft nur bis 0°.5 C. verbürgt werden können, (er nahm zugleich die Veränderlichkeit der Aufthautemperatur des Schnees in seine Untersuchung auf.) ***) Ausser Rudberg†) und August††) beschäftigten sich mit diesem Gegenstande in den letzten Jahren besonders Legrand und Despretz; sie fanden, dass beim Email die Verrückung des Eispunktes geringer ist, als bei Krystall glas: aber während Legrand behauptet, dass dieselbe nach vier Monaten etwa ihr Maximum erreicht habe, zwischen 0°.25 bis 0°.5 C. bemerkte Despretz an mehreren Thermometern, die er 4½ Jahr lang untersucht hatte, eine anhaltende, allmälige und unregelmässige Erhöhung zwischen 0°.23 und 0°.57 C.; auch August beobachtete an einem Thermometer in 5½ Jahren eine Erhöhung von 0°.55 C. *) Und welchen Fehlern sind nun gar die

*) Wir machen darauf aufmerksam, dass von hier sehr viele Instrumente nach dem Auslande gehen, doch wohl zum Theil wegen Zweifel am Werthe der im eigenen Lande verfertigten.

**) Eine leicht anwendbare Methode, die auf Bessel's Princip beruht, gab Forbes neuerdings in Phil. Transact. for 1836.

***) Zu den sehr seltenen Ausnahmen muss ich die schon mehrere Jahre benutzten Normal-Instrumente von Greiner jun. rechnen; ich fand bei ihnen keine Differenz.

†) Kongl. Vetensk. Acad. Handl. 1834. p. 354. (Pogg. XL.)

††) Fischer's mech. Naturl. 1837. I. p. 429.

*) Ueber die Ursachen s. Rudberg und August a. a. O.; l'Institut 1837. N. 195. p. 38., N. 199. p. 73., N. 218. p. 251. Rudberg's Vorschlag, am Thermometer erst ein Jahr nach dem Zuschmelzen der Röhre die Fundamentalpunkte zu bestimmen, scheint noch unge-

Selbstregister-Thermometer bei längerem Gebrauch unterworfen, deren Beobachtung eins der besten Medien giebt.*)

b. Zur Ermittelung der thermischen Verhältnisse am Boden des Luftozeans haben wir ferner auf die Lage des Instruments Rücksicht zu nehmen, und den Einfluss der solaren und terrestrischen Radiation zu betrachten, welcher bekanntlich noch viel zu wenig untersucht ist, um Correctionen für Localitäten ohne Willkür anwenden zu können. Die Beobachtungen in der unten folgenden Tabelle sind sämmtlich als im Schatten angestellt bezeichnet oder angenommen. In unserer Zone ist eine beständige Lage im Schatten leicht zu geben; in höheren Breiten jedoch, wo die Sonne einen weit grösseren Tagesbogen beschreibt, muss man (schon in Petersburg) zwei Instrumente anbringen, und daher enthalten fast alle Angaben über die kalten Erdstriche, da sie von einem einzigen Thermometer hergenommen sind, einen nicht bestimmbaren Fehler. In der heissen Zone hingegen, wo die Sonne selbst an der Grenze der Tropen eine beträchtliche Mittagshöhe hat, giebt es zu vielen Zeiten an einerlei Beobachtungsort keinen oder so wenig Schatten, dass durch Reflection eine Einwirkung auf das Instrument nicht verhindert werden kann; daher zeigen solche stationäre Thermometer im Freien, ebenfalls auf Schiffen im offenen Meere — da es erwiesen ist, dass die Temperaturabnahme bis zur Spitze des Mastes selbst viel zu gross ist — zu hohe Temperaturen, während die dort so allgemein gebräuchlichen Beobachtungen im Zimmer oder in einer offnen Verandah offenbar auch mit Fehlern behaftet sein müssen, wesshalb sie Kämtz sogar für ganz unbrauchbar erklärt. Die meisten Beobachtungen in den heissen Klimaten geben, abgesehen von den Stunden, aus diesem Grunde ein zu hohes Medium, was die neueren Resultate in der Tabelle an mehreren Orten augenscheinlich darthun. Aber auch in unsern Breiten veranlassen Gebäude u. dgl. häufig eine Erhö-

nügend; bei fertigen Instrumenten wird man monatlich oder vierteljährlich wenigstens den Nullpunkt durch Eintauchen in siedendes Wasser deprimiren müssen, oder, was am sichersten, den Collimationsfehler der Skale in solchen Zeitabständen suchen und als Correction in die Beobachtungen aufnehmen.

*) Man s. darüber die merkwürdige Stelle in des genauen Beobachters Howard Climate of London. 2d. edit. v. I. p. 58.; auch Kupfer Observ. mét. en Russie I. p. IX. u. s. f.

hung. Man vergleiche in dieser Beziehung die Bemerkungen zu den Orten Edinburgh, London, das im 10jährigen Durchschnitt eine 0°. 9 zu hohe Wärme, mit der Umgegend verglichen, besitzt etc. Zu Benares war die Temperatur 1823 in der Stadt 79°.2, ausserhalb 77°.8 F. (nach Prinsep)! Vorzüglich aber möchten wir auf die Entfernung vom Boden aufmerksam machen, der man noch immer nicht allgemein die erforderliche Achtsamkeit und experimentelle Erforschung geschenkt hat. Die Beobachtungen von Daniell (3 Jahre), Six, Pictet, Piazzini, Toaldo (5 Jahre)*) zeigen diesen Einfluss und seine nicht unbedeutende Grösse auf's Entschiedenste, geben aber kein Mittel zur erforderlichen Correction für eine bestimmte Localität an die Hand. Wir dürfen uns doch unmöglich mit der Vermuthung begnügen, dass die daraus hervorgehenden Abweichungen der Angaben wahrscheinlich nicht sehr bedeutend seien, wenn es darauf ankommt, den Werth der numerischen Elemente, welche wir hier veröffentlichen, und die sich zwischen den engen Grenzen — 18°.7 und + 29°.2 halten, zu beurtheilen, und dieselben zur Gewinnung neuer Resultate durch Vergleichung zu benutzen. Wir erinnern noch an die Beobachtungen anomaler Erscheinungen der Temperaturabnahme mit der Höhe von Parry und Fisher und von Sabine und Foster in der arktischen Zone, von Brisbane in Neuholland, um daran die Erwähnung der neuesten Versuche von Marcet zu knüpfen. Dieser Physiker fand aus seinen 14monatlichen Experimenten im vorigen Winter (1837 — 8) in Höhen von 2,5 und 52' **) unter anderm, dass die Wärmezunahme beim Sonnenuntergange ein ganz constantes Phänomen, und zwar völlig unabhängig vom Zustande des Himmels, ist, und dass sie nach Sonnenuntergang ziemlich stationär bleibt. Diese Zunahme der Wärme scheint selten über 100' Höhe stattzufinden, aber sie ändert sich beträchtlich nach den Jahreszeiten, und besonders zeigen sich im Winter bei schneebedecktem Boden die merkwürdigsten Resultate. Das Maximum der Differenz bei nur 50' Hö-

*) Mem. d. Torin. 1805 — 8. p. 38.

**) Bibl. univ. 1838 a. Mém. de la Soc. d. Phys. de Génève. Vergl. u. A. Kern in Bergh. Ann. IV. 300. Schouw über 4jährige Beobachtungen im botanischen Garten von Kopenhagen in Vejrliget Tilst. i Danmark. p. 60. Poisson Théor. math. de la Chaleur. p. 459. Muncke in Gehler's Wtrb. IX. 1. p. 349. Würtb. Corr. Bl. f. 1825. fg. I.

henunterschied in dem allerdings sehr strengen Winter war 8°.0 C., — so viel stand das obere Thermometer höher als das 2' vom Boden entfernte (— 16¼°); 12 Januarbeobachtungen gaben im Mittel noch 5°.5 C. Differenz, und höchst überraschend ist, dass selbst 3' Unterschied in der Entfernung vom Boden (2 u. 5') im Mittel aus 9 Beobachtungen bei schneebedecktem Boden noch 2°.4 (im Maximum 4°) Differenz hervorbrachte. Im Sommer ist dieselbe natürlich weit geringer. Für unseren Zweck ist diese Untersuchung, die über die eigenthümliche Wiederherstellung im Gleichgewicht der Temperatur der unteren und oberen Luftschichten ein neues Licht verbreitet, um so beachtenswerther, als sie dazu dient, die Unsicherheit in der Bestimmung der mittleren Temperatur eines Ortes, so weit dieselbe vom Bodenabstande des Instruments abhängt, ins Klare zu setzen.

c. Endlich findet sich noch eine Schwierigkeit bei der Bestimmung der mittleren Temperatur in dem Elemente der Zeit. Beobachtungen der täglichen Extreme geben im monatlichen und jährlichen Durchschnitt in den meisten Fällen ein der Wahrheit sehr nahe tretendes Resultat, und solche gehören im Allgemeinen zu den besten in der Tabelle. An vielen Orten ist statt dessen zur Zeit der Extreme beobachtet worden, was, namentlich in den Wintermonaten fehlerhafte Mittel geben kann.*) Es wäre sehr zu wünschen, dass bei allen stündlichen Beobachtungsreihen auch ein Register-Thermometer observirt worden, um durch Jahre lange Prüfung dieser Methode eine noch grössere Sicherheit zu verleihen. An den meisten Punkten ist dagegen an 3, 4 oder mehr Stunden täglich observirt worden, und da das Medium derselben in den seltensten Fällen das wahre, d. i. 24stündliche Mittel des Tages giebt, so musste durch Vergleichung der Curve des täglichen und jährlichen Wärmeganges die bekannte Reduction des gewonnenen Mittels auf das letztere vorgenommen werden. Die Zahl von Punkten, wo Jahre lang stündlich die Temperatur notirt worden,

*) Ueber die Zeit der Extr. (unterm Aequator etc.) und die aus ihnen berechneten Media s. die neuen Untersuchungen von Hällström in Lütke's Voy. aut. du monde 1827 — 29. Part. nautique. Goldingham Madras Observ. Papers; Meyer's Plant. Labrad. 1830.; auch Quetelet's Mém. s. l. var. d. temp. 1837. p. 7. fg.; v. Baer in Bull. scient. II. p. 15. (vergl. Schouw's Pflanzengeogr. p. 58); 6. Report of the Brit. Assoc. Royle Asiat. Journ. 1832. März. u. a. O.

ist glücklicherweise schon beträchtlich angewachsen, und so ist es denn nicht schwer, unter diesen meist denjenigen auswählen zu können, der im Allgemeinen ähnliche Witterungserscheinungen hat. Für Grossbritannien und ähnliche, dem Seeklima der nördlichen gemässigten Zone unterworfenen Gegenden benutzte ich die Beobtungen in Fort Leith und Plymouth, für Deutschland etc. Salzuflen und Padua; nicht selten wurden (z. B. in Holland) die englischen und deutschen Beobachtungen combinirt, um die passende Correction möglichst genau zu erhalten, für Italien etc. nahm ich Padua; für einige Punkte an der Ostküste tropischer Gegenden Madras, (eine Correction, die besondere Vorsicht erfordert); für manche (besonders an ihren Westküsten und bei solchen mit insularem Klima) dagegen die Lütkeschen Beobachtungen auf dem stillen Ozean u. s. f. An vielen Punkten der vereinigten nordamerikanischen Freistaaten wird um 7, 2 und 9 Uhr beobachtet; nach den europäischen Observationen geben diese Stunden ein um ein paar Zehntel zu hohes Medium; ob dies auch dort der Fall ist, muss bei der Grösse der täglichen Veränderung dahin gestellt bleiben, bis die daselbst angestellten stündlichen Beobachtungen publicirt worden, (Loomis' 1835 sind unbrauchbar), und diess hat mich bewogen, hierbei keine Reduction auf wahres Medium vorzunehmen, wodurch auch der Vortheil entspringt, dass die dortigen Resultate unter einander besser vergleichbar sind. Die für das Innere der Continente, namentlich Nordasien, von Andren angegebenen Reductionen (nach Leith und Padua!) scheinen mir auch ziemlich unsicher; eben so die für Beobachtungen in grösseren Höhen, wo leider stündliche Beobachtungen noch ganz mangeln.

Die Methode meiner wegen der Tagesstunden angebrachten Correction ist nicht überall dieselbe gewesen, weil man noch nicht einig darüber ist, welche von den vielen in Vorschlag gebrachten denn die ganz allgemein anwendbare ist, und weil es vielleicht keine giebt, die für alle Zonen und alle Klimate gleich vortheilhaft und einfach ist. In Betracht, dass in unserer Zone eine sehr lange Reihe von Beobachtungen dazu gehört, um die mittlere Wärme bis auf 0°,1 genau zu ermitteln, und dass diess dann selbst durch die oben angeführten Umstände zweifelhaft werden muss, habe ich überall, wo nicht viele Jahre dies anders zu erfordern schienen, mich der einfachsten Methode, welche Schouw in seiner Pflanzengeographie in Vorschlag gebracht, bedient. In man-

chen Fällen hingegen habe ich auf die Grösse der täglichen Variation der Wärme Rücksicht genommen, wenn der resp. Ort keinen klimatisch analogen auffinden liess; diese Methode ist von Schouw (Beitr. zur vergl. Klimatol. I. Hft. p. 133) und von Kämtz (Meteorologie Bd. I. p. 104) näher geprüft und erläutert*) worden. Um die Abweichung des Mittels der einzelnen Stunden, namentlich solcher, an denen oft beobachtet wird, oder des Mittels zweier Beobachtungen (Morgens und Nachmittags oder homonymer Stunden) oder von 3 oder 4 täglichen Beobachtungen vom Gesammtmittel aller (24) Beobachtungen zu zeigen, habe ich, um das Urtheil über die Media gewisser Stunden zu erleichtern, folgende Tabelle über die Differenzen, sämmtlich in Graden derselben Skale, entworfen, welche in vieler Beziehung die auffallendste Uebereinstimmung zeigt, und ausserdem sehr geeignet ist, über die relative Grösse der Temperaturänderungen in den verschiedenen Klimaten und mehr oder weniger localen Verhältnissen durch Vergleichung neues Licht zu verbreiten, worauf ich hier nur aufmerksam machen wollte.**) Da in der v. Baerschen Abhandlung über das Klima von Novaja Semlja***) nicht das jährliche Medium der 24 Stunden, welche auf Ross Reise in Boothia Felix 2½ Jahr observirt wurden, berechnet ist, von mir aber zur Entwerfung jener Differenzen-Tabelle gebraucht wurde, so habe ich mich derselben unterzogen.

*) Vgl. v. Schmöger meteor. Beobacht. zu Regensburg I. Heft. 1835. Kastn. Arch. f. Met. Bd. XXV. p. 108. fg. u. N. R. Bd. III. p. 189. Freycinet bei Poisson Théor. math. de la Chal. p. 465. Kämtz in der Allg. Liter.-Zeitg. 1838. März-Heft p. 443. Kupfer Mém. de l'Acad. Pét. t. IV. p. 5, 46. Dass ich nicht überall auf diese Grösse der täglichen Veränderung Rücksicht genommen, hat besonders darin seinen Grund, dass bei kürzeren Beobachtungsreihen der Fehler der einfacheren Methode gering ist, und dass eine Vergleichung verschiedener Jahre zeigt, wie diese Variation für dieselben Beobachtungsstunden nicht unbeträchtlich variirt!

**) Diese Rechnung ist, unabhängig von der des Herrn Prof. Dove (im vorigen Bande) vor längerer Zeit ausgeführt worden, und durch die Art der Zusammenstellung der Resultate hat diese Tabelle noch einen besondern praktischen Werth, der ihre Mittheilung hier nicht überflüssig erscheinen liess.

***) Bullet. scient. de l'Acad. de Pétersb. t. II. (Pogg. XLII.)

Für den Buchbinder: Hinter pag. 8. folgen die Quarto-Tabellen I.

Die Tabelle I. giebt das Mittel an die Hand, die beiden andern noch zu erweitern. Bei einer Beobachtung täglich liegt danach, um das 24stündliche Medium des Jahres zu erhalten, die Zeit zwischen 8 und 9$^{h}$ (nur Leith nach 9*) Morgens, und zwischen 7 und 9$^{h}$ Abends; unter den homonymen Stunden geben an allen Orten ein sehr gutes Medium 4 und 4, 9 und 9, und nahe eben so zuverlässig ist das Mittel der Stunden 10 und 10, welche Brewster in Vorschlag brachte. Ausserdem lässt sich aus der Tabelle II. ersehen, wie gross der Fehler in Beobachtungsmitteln werden kann, wenn die Stunden mit dem vagen Ausdruck Morgen und Mittag bezeichnet werden. Endlich geht aus der letzten Tabelle hervor, dass das Mittel $\frac{1}{3}$ (VII + II + IX) die grösste Abweichung giebt, besser ist $\frac{1}{4}$ (VII + II + 2 × IX), näher dem wahren Medium liegt auch $\frac{1}{3}$ (VI + II + VIII), und am vortheilhaftesten ist $\frac{1}{3}$ (VIII + IV + XII)**), wofür ich als eben so gut $\frac{1}{3}$ (VI + II + X)***) in Vorschlag bringe, weil die Mitternachtsstunde für den Beobachter selten gelegen erscheint. Das Medium dieser äquidistanten Beobachtungsstunden weicht, wie die Tabelle zeigt, im Maximum nur um 0°.1 vom wahren ab. Auf diese Weise scheint man die immer Unsicherheit mit sich führenden und oft wegen Aufsuchung von Coefficienten für die einzelnen Stunden Zeit raubenden Correctionen am besten zu umgehen.

Wegen der oft in den folgenden Tabellen eingeschalteten Angaben der Winter- und Sommertemperatur (s. u.) schien es mir passend, aus denselben stündlichen Beobachtungen eine Tabelle der Abweichungen der einzelnen Stunden für sämmtliche Jahreszeiten zu berechnen, und wieder eine Tabelle für die 2 oder 3 Combinationsstunden folgen zu lassen. Die meteorologischen Jahreszeiten (Winter: December, Januar und Februar u. s. w.) pflegen noch häufig selbst auf die kalte und tropische Zone angewendet zu werden, und nur desshalb habe ich zur Vergleichung der Differenzen mit den nächst gelegenen Punkten der gemässigten Zone

---

*) Nach Sykes tritt das Mittel zu Poonah in 1700′ s. H. über d. Meere auch erst um 9½$^{h}$ Morgen ein. Phil. Trans. 1835, p. 182 vgl. Goldingh. Madr. Obs. Pap. p. 368.

**) S. Pogg. Ann. 42. Bd.

***) Hällström hält diese, wie ich nach dieser Berechnung in Erfahrung gebracht, schon von der schwedischen Akademie in Vorschlag gebrachten Stunden nicht für passend (für Schweden).

auch Boothia Felix, Madras und den stillen Ozean*) in diese Rechnung aufgenommen. Sie ist für sämmtliche Stunden von 4 Uhr Morgens bis Mitternacht ausgeführt, theils wegen der Vergleichung der Differenzen in kleineren Abschnitten des Jahres, theils damit aus ihnen die selten angewandten, in der Tabelle I der Abweichung im jährlichen Durchschnitt fehlenden Beobachtungsstunden daraus ergänzt werden können. Diese Tabellen geben nicht bloss das Mittel zur Correction angestellter Beobachtungen, sondern zeigen auch, welche Stunden ein Beobachter in ähnlich gelegenen Orten zu wählen hat, um genaue Mittel damit zu finden, und, wie mir scheint, geben dieselben auch bei Vergleichung Fingerzeige für Localeinflüsse von Gebirgen u. s. w., was bei monatlichen Differenzen vielleicht weniger sicher zu beurtheilen ist, da, je kleiner die Periode, um so grösser die Unsicherheit der Correction. Ueberraschend ist es, dass gewisse Combinationsstunden auch in die kleineren Abschnitten im Allgemeinen vor andern den Vorrang behaupten.

Es bleiben mir nun noch die Gründe darzulegen, welche mich bewegen, die Mittel aus den täglichen Extremen gar nicht zu corrigiren. Bekanntermassen geben die Beobachtungen der Thermometrographen wegen der Unregelmässigkeit der Witterung öfter ein von dem aus den Zeiten der Extreme (1 Stunde vor Sonnenaufgang und 2 Stunden nach der Culmination) abweichen-

*) Auf dem stillen Ozean sind die Beobachtungen jedoch, genau genommen, nicht im Winter allein angestellt, wo ich sie beigefügt; s. d. Nähere in der Note 11 zu den jährlichen Abweichungen. — Eine Controlle der Abweichungen ergab manche Fehler in den Tabellen, besonders für Plymouth, wesshalb die monatlichen Mittel nochmals berechnet und das so verbesserte Medium der Jahreszeiten zur Berechnung der Differenzen angewendet wurde; doch finden sich noch Anomalien, die mit ? bezeichnet sind. — Ob die Beobachtungen zu Madras für andere Punkte unmittelbar zu einer Correction benutzt werden dürfen, scheint uns zweifelhaft; denn der Einfluss von Zimmer-Beobachtungen, wie sie hier wahrscheinlich angestellt sind (Goldingham giebt nichts Näheres an), auf das wahre Mittel der freien Luftwärme lässt sich nicht daraus bestimmen. Ohnehin ist die Zahl der Tage (monatlich 3) der stündlichen Observationen wohl nicht völlig genügend für ein Land, das noch so beträchtlichen Aenderungen unterworfen ist: das Medium aus 25 J. ist = 82°.01, darunter die extremen Jahresmittel = 79°.74 (1807) und 84°.20 (1824)!

des Medium; da gleichzeitige Messungen zur Ermittelung dieser Abweichung noch immer fehlen, so konnte ich weder die von Kämtz (Met. I. p. 88) aufgestellte Regel, die Stände des Thermometrographen auf die zur Zeit der täglichen Extreme zu reduciren, noch die Schouw'sche (Pflanzengeogr. p. 59) prüfen; aber wohl fand ich öfter, dass zuverlässige Beobachtungen am Registerthermometer für längere Perioden (z. B. d. Jahr) Media lieferten, die bis auf 10tel, ja fast 100tel mit gleichzeitigen, aus bestimmten Stunden ermittelten und corrigirten übereinstimmten! Eine Correction würde aber auch immer dem sehr gewichtigen Einwurfe ausgesetzt sein, dass sich gerade bei diesen Beobachtungen der Einfluss der Localität am meisten geltend macht. Bei Betrachtung der Tabelle findet sich, dass die Correction für das Medium aus den Extr.-Stunden*) im jährlichen Durchschnitt höchstens auf 0.3, meist nicht 0.1 oder 0°.2 C. beläuft. Welche lange Reihe von Jahren gehört dazu, ein Medium bis auf diese Grössen genau zu ermitteln (man vergleiche die zahlreichen Angaben für verschiedene Jahresreihen unter der Rubrik: Bemerkungen in den Tabellen, z. B. Genf). Nimmt man statt Orte, die vorherrschend unter Einfluss des Küstenklimas liegen, wie Manchester, solche, die in manchen Jahren oder Abschnitten der jährlichen Periode ganz den Character jenes Klimas haben, in andern dagegen völlig dem Continentalklima angehören; so überzeugt man sich leicht, dass in höheren Breiten die Veränderlichkeit der Jahresmittel in der That beträchtlicher ist, als gewöhnlich angenommen wird. — Dasselbe gilt in noch höherem Grade von den Mitteln der Jahreszeiten und noch mehr der Monate*), wie Dove's Untersuchungen beweisen; und die Abweichung des Mittels der Extr.-Stunden hält sich nur (s. Tab. V bis VIII)

im Winter zw. 0°.03 u. 0°.35 C, im Sommer zw. 0°.01 u. 0°.26,
Herbst - 0 .06 u. 0 .55 -, - Frühling - 0 .02 u. (0 .47).

Man kann nicht verkennen, dass der Werth dieser Correctionen überhaupt ein relativer ist, da die gleiche Eintheilung des Jahres von den Meteorologen für die verschiedenen Breiten und Längen nicht völlig in der Natur begründet ist, und dass in nicht allzuferner Zeit man den Blick auch auf weit kleinere Perioden richten wird, um bei vielen Untersuchungen der vergleichenden Klimatologie eine sichrere und unveränderliche Basis zu gewinnen; zu dem Behufe würde allerdings die grösste Anzahl der bisher in Mitteln publ. Beobachtungen als völlig unbrauchbar erscheinen!

---

*) Dasselbe kann sich sehr wenig vom Medium aus der wahren Zeit der Extreme entfernen, da die Aenderung der Temperatur zu diesen Zeiten gering ist und sich der Fehler durch entgegengesetzte Vorzeichen nahe aufhebt.

a) Eine Beobachtung täglich.

## Tab. I. Abweichung im Winter. — °C.

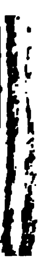
| Stunden. | Boothia Felix. 70° n. B. Med.: —32°.86 | Leith. 55° 59′ n. B. Med.: +4°.66 | Salzuflen. 52° 3′ n. B. Med.: +2°.40 | Plymouth. 50° 21′ n. B. Med.: +8°.11 | Padua. 45° 24′ n. B. Med.: +4°.15 | Madras. 13° 5′ n. B. Med.: 26°.08 | Stille Ozean. 5—15° n. Br. Med.: 27°.11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 4 Morgens. | + 0.18 | + 0.47 | + 1.11 | + 0.80 | + 1.24 | + 2.99 | + 0.91 |
| 5 | + 0.18 | + 0.55 | + 1.05 | + 0.90 | + 1.46 | + 2.39 | + 0.78 |
| 6 | + 0.11 | + 0.54 | + 0.99 | + 0.95 | + 1.57 | + 1.62 ? | + 0.63 |
| 7 | + 0.06 | + 0.53 | + 0.87 | + 0.89 | + 1.70 | + 2.15 | + 0.42 |
| 8 | + 0.09 | + 0.49 | + 0.49 | + 0.68 | + 1.46 | + 1.71 | + 0.08 |
| 9 | — 0.02 | + 0.31 | — 0.03 | + 0.22 | + 0.77 | + 0.02 | — 0.21 |
| 10 | — 0.08 | + 0.01 | — 0.48 | — 0.42 | — 0.09 | — 1.49 | — 0.53 |
| 11 | — 0.24 | — 0.41 | — 0.92 | — 1.02 | — 0.92 | — 2.57 | — 0.83 |
| 12 | — 0.39 | — 0.76 | — 1.16 | — 1.55 | — 1.55 | — 2.33 | — 0.99 |
| 1 Nachmitt. | — 0.65 | — 0.97 | — 1.29 | — 1.65 | — 1.97 | — 3.52 | — 1.17 |
| 2 | — 0.59 | — 1.00 | — 1.36 | — 1.36 | — 2.16 | — 3.06 | — 1.17 |
| 3 | — 0.37 | — 0.93 | — 1.27 | — 1.14 | — 1.99 | — 2.77 | — 1.06 |
| 4 | — 0.18 | — 0.70 | — 0.92 | — 0.75 | — 1.52 | — 2.50 | — 0.91 |
| 5 | — 0.09 | — 0.40 | — 0.60 | — 0.24 | — 1.07 | — 1.86 | — 0.61 |
| 6 | — 0.02 | — 0.23 | — 0.32 | — 0.04 | — 0.71 | — 0.97 | — 0.33 |
| 7 | + 0.11 | — 0.01 | — 0.17 | + 0.09 | — 0.45 | — 0.20 | + 0.04 |
| 8 | + 0.19 | + 0.13 | — 0.09 | + 0.25 | — 0.19 | + 0.32 | + 0.23 |
| 9 | + 0.26 | + 0.21 | + 0.09 | + 0.28 | + 0.09 | + 0.50 | + 0.37 |
| 10 | + 0.29 | + 0.27 | + 0.20 | + 0.32 | + 0.31 | + 0.76 | + 0.52 |
| 11 | + 0.28 | + 0.33 | + 0.47 | + 0.35 | + 0.50 | + 1.14 | + 0.63 |
| 12 | + 0.29 | + 0.36 | + 0.63 | + 0.42 | + 0.65 | + 1.29 | + 0.67 |

Tab. II. Abweichung im Sommer. — °C.

| Stunden. | Boothia Felix 70° n. B. Med. + 3°39 | Leith 55°59′ n. B. Med. 14°.52 | Salzuflen 52°3′ n. B. Med. 16°.90 | Plymouth 50°21′ n. B. Med. 15°.86 | Padua 45°24′ n. B. Med. 23°.59 | Madras 13°5′ n. B. Med. 30°.51 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 4 Morgens. | + 1.80 | + 2.37 | + 3.25 | + 3.02 | + 4.13 | + 1.97 |
| 5 | + 1.43 | + 2.26 | + 2.65 | + 2.89 | + 3.82 | + 2.24 |
| 6 | + 0.92 | + 1.82 | + 1.87 | + 2.02 | + 2.59 | + 1.40? |
| 7 | + 0.16 | + 1.27 | + 0.97 | + 0.69 | + 1.02 | + 1.52 |
| 8 | — 0.20 | + 0.62 | + 0.17 | — 0.58 | — 0.13 | + 0.93 |
| 9 | — 0.47 | — 0.17 | — 0.75 | — 1.58 | — 1.89 | + 0.19 |
| 10 | — 1.03 | — 0.73 | — 1.45 | — 2.18 | — 2.44 | — 0.68 |
| 11 | — 1.52 | — 1.21 | — 2.11 | — 2.66 | — 3.08 | — 1.19 |
| 12 | — 1.99 | — 1.73 | — 2.56 | — 2.88 | — 3.61 | — 1.98 |
| 1 Nachmitt. | — 2.34 | — 1.90 | — 2.97 | — 3.08 | — 3.95 | — 2.40 |
| 2 | — 2.37 | — 2.14 | — 3.12 | — 3.02 | — 4.20 | — 2.61 |
| 3 | — 2.17 | — 2.29 | — 3.12 | — 2.81 | — 4.14 | — 2.75 |
| 4 | — 1.97 | — 2.27 | — 2.90 | — 2.41 | — 3.44 | — 2.27 |
| 5 | — 1.38 | — 2.23 | — 2.54 | — 1.85 | — 2.72 | — 1.44 |
| 6 | — 0.90 | — 2.06 | — 1.72 | — 1.14 | — 1.56 | — 0.95 |
| 7 | — 0.44 | — 1.44 | — 0.94 | — 0.30 | — 0.38 | — 0.04 |
| 8 | + 0.11 | — 0.46 | + 0.10 | + 0.54 | + 0.78 | + 0.26 |
| 9 | + 0.49 | + 0.28 | + 0.84 | + 1.19 | + 1.63 | + 0.48 |
| 10 | + 1.41 | + 0.96 | + 1.44 | + 1.63 | + 1.98 | + 0.61 |
| 11 | + 1.71 | + 1.28 | + 1.94 | + 1.92 | + 2.40 | + 0.77 |
| 12 | + 2.06 | + 1.65 | + 2.31 | + 2.30 | + 2.81 | + 0.95 |

## Tab. III. Abweichung im Frühling. — °C.

| Stunden. | Boothia Felix 70° n. B. Med. — 20°.77 | Leith 55°59' n. B. Med. 7°.53 | Salzuflen 52°3' n. B. Med. 8°.90 | Plymouth 50°21' n. B. Med. 10°.30 | Padua 45°24' n. B. Med. 12°.57 | Madras 13°5' n. B. Med. 29°.49 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 4 Morg. | + 2.63 | + 2.23 | + 3.12 | + 2.85 | + 2.82 | + 2.38 |
| 5 | + 2.55 | + 2.32 | + 2.75 | + 2.88 | + 2.96 | + 2.76 |
| 6 | + 2.11 | + 2.16 | + 2.17 | + 2.51 | + 2.59 | + 1.31 |
| 7 | + 1.24 | + 1.59 | + 1.33 | + 1.39 | + 1.80 | + 1.80 |
| 8 | + 0.32 | + 0.99 | + 0.34 | + 0.01 | + 0.60 | + 0.73 |
| 9 | — 0.90 | + 0.12 | — 0.59 | — 1.15 | — 0.12 | — 0.51 |
| 10 | — 1.92 | — 0.53 | — 1.27 | — 2.05 | — 1.22 | — 1.91 |
| 11 | — 2.79 | — 1.15 | — 2.09 | — 2.68 | — 1.68 | — 2.95 |
| 12 | — 3.46 | — 1.72 | — 2.57 | — 3.24 | — 2.23 | — 2.93 |
| 1 Nachmitt. | — 3.80 | — 1.98 | — 2.85 | — 3.54 | — 2.55 | — 2.72 |
| 2 | — 3.69 | — 2.18 | — 2.78 | — 3.36 | — 2.76 | — 2.28 |
| 3 | — 3.44 | — 2.28 | — 2.79 | — 2.96 | — 2.91 | — 1.93 |
| 4 | — 2.73 | — 2.28 | — 2.54 | — 2.42 | — 2.71 | — 1.77 |
| 5 | — 1.72 | — 2.06 | — 2.22 | — 1.81 | — 2.28 | — 1.37 |
| 6 | — 0.86 | — 1.76 | — 1.56 | — 0.92 | — 1.56 | — 0.60 |
| 7 | + 0.06 | — 1.15 | — 0.92 | — 0.01 | — 0.88 | + 0.22 |
| 8 | + 0.59 | — 0.45 | — 0.17 | + 0.52 | — 0.44 | + 0.54 |
| 9 | + 1.22 | + 0.18 | + 0.46 | + 0.97 | + 0.37 | + 0.51 |
| 10 | + 1.76 | + 0.50 | + 0.95 | + 1.49 | + 0.81 | + 0.71 |
| 11 | + 2.08 | + 0.96 | + 1.39 | + 1.77 | + 1.17 | + 0.97 |
| 12 | + 2.30 | + 1.19 | + 1.70 | + 2.06 | + 1.49 | + 1.23 |

Tab. IV. Abweichung im Herbst. — °C.

| Stunden. | Boothia Felix 70° n. B. Med. — 12°.51 | Leith 55°59′ n. B. Med.: 9°.38 | Salzuflen 52° 3′ n. B. Med.: 9°.59 | Plymouth 50° 21′ n. B. Med.: 12°.19 | Padua 45°24′ n. B. Med.: 13°.68 | Madras 13° 5′ n. B. Med.: 28°.12 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 4 Morgens. | + 0.31 | + 1.19 | + 2.90 | + 1.93 | + 2.12 | + 2.49 |
| 5 | + 0.32 | + 1.25 | + 2.67 | + 2.00 | + 2.37 | + 2.68 |
| 6 | + 0.27 | + 1.26 | + 2.19 | + 1.76 | + 2.32 | + 1.33 |
| 7 | + 0.16 | + 1.00 | + 1.47 | + 1.31 | + 1.98 | + 1.76 |
| 8 | — 0.04 | + 0.64 | + 0.67 | + 0.49 | + 1.07 | + 0.71 |
| 9 | — 0.21 | + 0.13 | — 0.20 | — 0.65 | — 0.15 | — 0.45 |
| 10 | — 0.38 | — 0.42 | — 1.07 | — 1.69 | — 0.98 | — 1.67 |
| 11 | — 0.65 | — 0.97 | — 1.75 | — 2.37 | — 1.69 | — 2.40 |
| 12 | — 0.78 | — 1.38 | — 2.38 | — 2.90 | — 2.32 | — 2.53 |
| 1 Nachmitt. | — 0.84 | — 1.67 | — 2.68 | — 3.11 | — 2.79 | — 2.69 |
| 2 | — 0.72 | — 1.79 | — 2.79 | — 2.86 | — 3.08 | — 2.84 |
| 3 | — 0.55 | — 1.73 | — 2.75 | — 2.29 | — 2.97 | — 2.17 |
| 4 | — 0.35 | — 1.34 | — 2.49 | — 1.57 | — 2.43 | — 1.49 |
| 5 | — 0.07 | — 1.09 | — 1.87 | — 0.79 | — 1.40 | — 0.87 |
| 6 | + 0.13 | — 0.65 | — 1.27 | — 0.19 | — 0.63 | — 0.42 |
| 7 | + 0.30 | — 0.22 | — 0.56 | + 0.27 | — 0.08 | + 0.08 |
| 8 | + 0.38 | + 0.09 | — 0.15 | + 0.59 | + 0.12 | + 0.25 |
| 9 | + 0.38 | + 0.30 | + 0.19 | + 0.86 | + 0.41 | + 0.23 |
| 10 | + 0.44 | + 0.59 | + 0.71 | + 1.13 | + 0.76 | + 0.37 |
| 11 | + 0.50 | + 0.82 | + 1.17 | + 1.37 | + 0.99 | + 1.23 |
| 12 | + 0.54 | + 0.96 | + 1.60 | + 1.45 | + 1.29 | + 1.44 |

## B. Zwei und drei Beobachtungen täglich.

**Tab. V. Winter.**

| Vor- u. Nachmittag. Stunden. | Boothia. | Leith. | Salzuflen. | Plymouth. | Padua. | Madras. | Stille Oz. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 4 u. 12 | − 0.10 | − 0.14 | − 0.02 | − 0.25 | − 0.10 | − 0.11 | − 0.04 |
| 4 - 2 | − 0.20 | − 0.26 | − 0.12 | − 0.28 | − 0.46 | − 0.03 | − 0.13 |
| 5 - 12 | − 0.10 | − 0.10 | − 0.05 | − 0.32 | − 0.04 | + 0.03 | − 0.11 |
| 5 - 2 | − 0.20 | − 0.22 | − 0.15 | − 0.23 | − 0.35 | + 0.16 | − 0.19 |
| 5 - 4 | 0.00 | − 0.07 | + 0.06 | + 0.07 | − 0.03 | + 0.44 | − 0.06 |
| 6 - 12 | − 0.14 | − 0.11 | − 0.08 | − 0.30 | + 0.01 | − 0.28i | − 0.18 |
| 6 - 2 | − 0.24 | − 0.23 | − 0.18 | − 0.20 | − 0.29 | − 0.14i | − 0.27 |
| 6 - 4 | − 0.03 | − 0.08 | + 0.03 | + 0.10 | + 0.02 | + 0.13i | − 0.14 |
| 7 - 12 | − 0.16 | − 0.11 | − 0.14 | − 0.33 | + 0.07 | − 0.59 | − 0.29 |
| 7 - 2 | − 0.26 | − 0.23 | − 0.24 | − 0.23 | − 0.22 | − 0.45 | − 0.37 |
| 7 - 4 | − 0.06 | − 0.08 | − 0.02 | + 0.07 | + 0.09 | − 0.17 | − 0.24 |
| 8 - 12 | − 0.15 | − 0.13 | − 0.33 | − 0.43 | − 0.04 | − 0.81 | − 0.46 |
| 8 - 2 | − 0.25 | − 0.25 | − 0.43 | − 0.34 | − 0.35 | − 0.67 | − 0.54 |
| 8 - 4 | − 0.04 | − 0.10 | − 0.21 | − 0.03 | − 0.03 | − 0.[illegible]9 | − 0.41 |
| 4 u. 4 | 0.00 | − 0.11 | + 0.09 | + 0.02 | − 0.14 | + 0.24 | 0.00 |
| 5 - 5 | + 0.04 | + 0.07 | + 0.28 | + 0.33 | + 0.19 | + 0.76 | + 0.09 |
| 9 - 9 | + 0.12 | + 0,26 | + 0.03 | + 0.25 | + 0.43 | + 0.26 | + 0.08 |
| 10 - 10 | + 0.10 | + 0.14 | − 0.14 | − 0.05 | + 0.11 | − 0.36 | − 0.06 |
| 11 - 11 | + 0.02 | − 0.04 | − 0.22 | − 0.34 | − 0.21 | − 0.71 | − 0.10 |
| St. d. Extr. | − 0.18 | + 0.22 | − 0.12 | − 0.35 | - 0.23 | + 0.03 | − 0.13 |
| 6, 2 u. 8 | − 0.10 | − 0.11 | − 0.15 | − 0.05 | − 0.26 | + 0.01i | − 0.10 |
| 7, 2, 9 | − 0.09 | − 0.09 | − 0.13 | − 0.06 | − 0.12 | − 0.14 | − 0.13 |
| 7, 2, 9+9*) | 0.00 | − 0.01 | − 0.08 | + 0.02 | − 0.07 | + 0.02 | 0.00 |
| 8, 4, 12 | + 0.07 | + 0.05 | + 0.07 | + 0.12 | + 0.20 | + 0.17 | − 0.05 |
| 6, 2, 10 | − 0.06 | − 0.06 | − 0.06 | − 0.03 | − 0.09 | + 0.16i | − 0.01 |

*) Anm. In allen Tabellen der drei Combinationsstunden ist unter 9 + 9, nach der bekannten Regel, das doppelte Mittel der Abendbeobachtung um $9^h$, und nicht das Paar homonymer Stunden zu verstehen; s. p. 9.

Tab. VI. Sommer.

| Vor- und Nachmittag. Stunden | Boothia | Leith | Salzuflen | Plymouth | Padua | Madras |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 4 u. 12 | — 0.09 | + 0.32 | + 0.34 | + 0.07 | + 0.26 | 0.00 |
| 4 — 2 | — 0.28 | + 0.11 | + 0.06 | 0.00 | — 0.03 | — 0.32 |
| 5 — 12 | — 0.28 | + 0.26 | + 0.04 | 0.00 | + 0.10 | + 0.13 |
| 5 — 2 | — 0.47 | + 0.06 | — 0.24 | — 0.07 | — 0.19 | — 0.18 |
| 5 — 4 | — 0.27 | 0.00 | — 0.12 | + 0.24 | + 0.19 | — 0.01 |
| 6 — 12 | — 0.53 | + 0.04 | — 0.34 | — 0.42 | — 0.51 | — 0.05i |
| 6 — 2 | — 0.72 | — 0.16 | — 0.63 | — 0.50 | — 0.80 | — 0.26i |
| 6 — 4 | — 0.52 | — 0.22 | — 0.51 | — 0.18 | — 0.42 | — 0.19i |
| 7 — 12 | — 0.91 | — 0.23 | — 0.79 | — 1.09 | — 1.29 | — 0.22 |
| 7 — 2 | — 1.10 | — 0.43 | — 1.08 | — 1.17 | — 1.59 | — 0.57 |
| 7 — 4 | — 0.90 | — 0.50 | — 0.96 | — 0.86 | — 1.21 | — 0.37 |
| 8 — 12 | — 1.09 | — 0.55 | — 1.19 | — 1.73 | — 1.87 | — 0.52 |
| 8 — 2 | — 1.28 | — 0.76 | — 1.48 | — 1.80 | — 2.16 | — 0.84 |
| 8 — 4 | — 1.08 | — 0.82 | — 1.36 | — 1.49 | — 1.78 | — 0.67 |
| 4 u. 4 | — 0.08 | + 0.05 | + 0.17 | + 0.31 | + 0.34 | — 0.15 |
| 5 — 5 | + 0.02 | + 0.01 | + 0.05 | + 0.52 | + 0.55 | + 0.40 |
| 9 — 9 | + 0.01 | + 0.05 | + 0.04 | — 0.19 | — 0.13 | + 0.33 |
| 10 — 10 | + 0.19 | + 0.11 | 0.00 | — 0.27 | — 0.23 | — 0.02 |
| 11 — 11 | + 0.09 | + 0.03 | — 0.08 | — 0.36 | — 0.34 | — 0.21 |
| Std. d. Extr. | — 0.01 | + 0.04 | + 0.06 | — 0.02 | — 0.03 | — 0.26 |
| 6, 2, 8 | — 0.45 | — 0.25 | — 0.39 | — 0.16 | — 0.28 | — 0.16i |
| 7, 2, 9 | — 0.57 | — 0.20 | — 0.44 | — 0.38 | — 0.52 | — 0.20 |
| 7, 2, 9+9 | — 0.31 | — 0.08 | — 0.12 | + 0.01 | + 0.02 | — 0.03 |
| 8, 4, 12 | — 0.04 | 0.00 | — 0.14 | — 0.23 | — 0.25 | — 0.13 |
| 6, 2, 10 | — 0.01 | + 0.21 | + 0.06 | + 0.21 | + 0.12 | — 0.04i |

## Tab. VII. Frühling.

| Vor- u. Nachmittag. Stunden. | Boothia | Leith | Salzuflen | Plymouth | Padua | Madras |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 4 u. 12 | − 0.41 | + 0.28 | + 0.27 | − 0.34 | + 0.29 | − 0.27 |
| 4 — 2 | − 0.53 | + 0.05 | + 0.17 | − 0.25 | + 0.03 | + 0.05 |
| 5 — 12 | − 0.45 | + 0.30 | + 0.09 | − 0.18 | + 0.36 | − 0.08 |
| 5 — 2 | − 0.57 | + 0.07 | − 0.01 | − 0.24 | + 0.10 | + 0.24 |
| 5 — 4 | − 0.09 | + 0.08 | + 0.60 | + 0.23 | + 0.12 | + 0.49 |
| 6 — 12 | − 0.67 | + 0.22 | − 0.20 | − 0.36 | + 0.18 | − 0.32i |
| 6 — 2 | − 0.79 | − 0.01 | − 0.30 | − 0.42 | − 0.08 | 0.00i |
| 6 — 4 | − 0.31 | − 0.06 | − 0.18 | + 0.04 | − 0.06 | + 0.25i |
| 7 — 12 | − 1.11 | − 0.06 | − 0.62 | − 0.92 | − 0.21 | − 0.56 |
| 7 — 2 | − 1.22 | − 0.29 | − 0.72 | − 0.98 | − 0.48 | − 0.24 |
| 7 — 4 | − 0.74 | − 0.34 | − 0.60 | − 0.51 | − 0.45 | + 0.01 |
| 8 — 12 | − 1.57 | − 0.36 | − 1.11 | − 1.61 | − 0.81 | − 1.10 |
| 8 — 2 | − 1.68 | − 0.59 | − 1.22 | − 1.67 | − 1.08 | − 0.77 |
| 8 — 4 | − 1.20 | − 0.64 | − 1.10 | − 1.20 | − 1.05 | − 0.52 |
| 4 — 4 | − 0.05 | 0.00 | + 0.29 | + 0.21 | + 0.05 | + 0.20 |
| 5 — 5 | + 0.41 | + 0.13 | + 0.26 | + 0.53 | + 0.34 | + 0.69 |
| 9 — 9 | + 0.16 | + 0.15 | − 0.06 | − 0.09 | + 0.12 | 0.00 |
| 10 — 10 | − 0.08 | − 0.01 | − 0.21 | − 0.28 | − 0.21 | − 0.60 |
| 11 — 11 | − 0.35 | − 0.09 | − 0.35 | − 0.45 | − 0.25 | − 0.99 |
| Std. d. Extr. | − 0.47 | + 0.02 | + 0.12 | − 0.32 | + 0.03 | − 0.09 |
| 6, 2, 8 | − 0.32 | − 0.16 | − 0.26 | − 0.11 | − 0.20 | + 0.12i |
| 7, 2, 9 | − 0.41 | − 0.14 | − 0.33 | − 0.33 | − 0.20 | + 0.01 |
| 7, 2, 9+9 | 0.00 | − 0.06 | − 0.13 | − 0.01 | − 0.05 | + 0.13 |
| 8, 4, 12 | − 0.04 | − 0.03 | − 0.17 | − 0.12 | 0.21 | + 0.06 |
| 6, 2, 10 | + 0.06 | + 0.16 | + 0.11 | + 0.21 | + 0.21 | + 0.24i |

## Tab. VIII. Herbst.

| Vor- u. Nachmittag. Stunden. | Boothia | Leith | Salzuflen | Plymouth | Padua | Madras |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 4 u. 12 | — 0.23 | — 0.09 | + 0.26 | — 0.48 | — 0.10 | — 0.08 |
| 4 — 2 | — 0.20 | — 0.30 | + 0.05 | — 0.46 | — 0.48 | — 0.17 |
| 5 — 12 | — 0.24 | — 0.06 | + 0.14 | — 0.45 | + 0.02 | + 0.07 |
| 5 — 2 | — 0.21 | — 0.27 | — 0.06 | — 0.43 | — 0.35 | — 0.08 |
| 5 — 4 | — 0.01 | — 0.04 | + 0.09 | + 0.21 | — 0.03 | + 0.59 |
| 6 — 12 | — 0.25 | — 0.06 | — 0.09 | — 0.57 | 0.00 | — 0.15i |
| 6 — 2 | — 0.22 | — 0.26 | — 0.30 | — 0.55 | — 0.38 | — 0.31i |
| 6 — 4 | — 0.04 | — 0.04 | — 0.15 | + 0.09 | — 0.05 | + 0.36i |
| 7 — 12 | — 0.31 | — 0.19 | — 0.45 | — 0.79 | — 0.17 | — 0.38 |
| 7 — 2 | — 0.28 | — 0.39 | — 0.66 | — 0.77 | — 0.55 | — 0.54 |
| 7 — 4 | — 0.09 | — 0.17 | — 0.51 | — 0.13 | — 0.22 | + 0.13 |
| 8 — 12 | — 0.41 | — 0.37 | — 0.65 | — 1.20 | — 0.62 | — 0.91 |
| 8 — 2 | — 0.38 | — 0.57 | — 1.06 | — 1.18 | — 1.00 | — 1.06 |
| 8 — 4 | — 0.19 | — 0.35 | — 0.91 | — 0.54 | — 0.68 | — 0.39 |
| 4 — 4 | — 0.02 | — 0.07 | + 0.20 | + 0.18 | — 0.15 | + 0.50 |
| 5 — 5 | + 0.12 | + 0.03 | + 0.40 | + 0.60 | + 0.48 | + 0.90 |
| 9 — 9 | + 0.08 | + 0.21 | — 0.01 | + 0.10 | + 0.13 | — 0.11 |
| 10 — 10 | + 0.03 | + 0.08 | — 0.18 | — 0.28 | — 0.11 | — 0.60 |
| 11 — 11 | — 0.07 | — 0.07 | — 0.29 | — 0.50 | — 0.35 | — 0.58 |
| Std. d. Extr. | — 0.15 | — 0.26 | + 0.06 | — 0.55 | — 0.35 | — 0.08 |
| 6, 2, 8 | — 0.02 | — 0.15 | — 0.25 | — 0.17 | — 0.21 | — 0.12i |
| 7, 2, 9 | — 0.06 | — 0.16 | — 0.39 | — 0.23 | — 0.23 | — 0.28 |
| 7, 2, 9+9 | + 0.05 | — 0.05 | — 0.24 | + 0.04 | — 0.07 | — 0.15 |
| 8, 4, 12 | + 0.05 | + 0.09 | — 0.07 | + 0.12 | — 0.02 | + 0.22 |
| 6, 2, 10 | 0.00 | + 0.02 | + 0.04 | + 0.01 | 0.00 | — 0.08i |

Was die Einrichtung der Tabellen der Jahrestemperatur b trifft, so will ich hier nur berühren, was in diesen der gedrängt Darstellung halber zu sagen unmöglich war. Ich habe meist d Originalbeobachtungen benutzt, um die nicht allzuseltenen Fehl in den Resultaten zu vermeiden, und nur, wo Autopsie zu g winnen mir nicht gelang, habe ich fremde Berechnungen benut und citirt; nicht selten war ich genöthigt, die Media erst a den täglichen Beobachtungen zu berechnen.

Die neue Art der Zusammenstellung scheint eine Erklärung z verdienen. Die alphabetische ist offenbar die unpassendste, und m blieb also nur übrig, zwischen den drei geographischen Coordin ten zu wählen; aber welcher sollte ich den Vorzug geben, alle drei zugleich als einflussreiche Elemente auftreten? Dessha schlug ich den einzigen Ausweg ein, die Anordnung nach Er theilen und Ländern*) zu treffen, um darin nach der Breite z gehen, wodurch in den meisten Fällen die Wirkung der Meridia abstände umgangen ist, während von jedem Lande, was auch no für die physikalische Geographie von Wichtigkeit erschei die Wärmevertheilung nach Breite und Höhe auf das Deutlich dargestellt wird. Erst jetzt kann man mit einem Blicke sehe in welchen Ländern und in welchen Breiten der Meteorologe no eine terra incognita findet, wo es am meisten an Materialien feh um durch Ausfüllung der Lücken zu einer genaueren Kenntni der isothermen Curven zu gelangen.

Es ist mein Bestreben gewesen, diese Arbeit in jeder B ziehung, was bei numerischen Angaben überhaupt so wünschen werth erscheint, der Vollkommenheit möglichst nahe zu führe daher sind die meisten Ortspositionen aus Specialkarten entnom men, wenn mir nicht astronomische Bestimmungen derselben i der Connaissance des tems u. a. O. bekannt waren. Die Höhe über dem Meere sind ebenfalls den neuesten Angaben gemäss a gesetzt, wesshalb sich nicht selten Abweichungen von früheren A beiten der Art finden; selbst wo diese Höhe gering ist, hab ich sie angegeben, wenn sie irgend auf das Medium von Einflu

*) Deutschlands Zerfällung in Nord-, in Süd-Deutschland und in Böh men und Mähren geschah der leichtern Uebersicht halber; auch konnt überhaupt nicht die Absicht sein, die Länder nach ihren politische Gränzen genau von einander zu sondern. Die Reihefolge der Länd richtet sich vorherrschend nach den Breiten.

sein konnte, so dass man aus diesem Grunde bei einer Menge Orte, die dicht am Meere, also gewöhnlich in geringer Höhe liegen, eine Lücke in der Rubrik Höhe finden wird. In der letzten Rubrik ist die Zeit der Beobachtung etc. angegeben; bei vielen Orten ist zur Vergleichung noch eine ältere Angabe oder ein Resultat aus einer geringeren Zahl von Jahren hinzufügt, und da für das Klima eines Ortes, und namentlich für seine Vegetation die mittlere Wärme des Sommers und Winters oder des kältesten und wärmsten Monats von der grössten Bedeutung ist, so habe ich diese Angaben oft in Form eines Bruches $\frac{W...^{\circ}}{S...}$ und $\frac{k. M...^{\circ}}{w. M...}$ an das Ende der übrigen Bemerkungen angeschlossen. — Die am wenigsten zuverlässigen Resultate, oder solche, die der Form der Tabelle nicht anzupassen waren, sind gehörigen Orts in die Rubrik der Bemerkungen eingeschaltet, namentlich bei Südamerika, wo, in Ermangelung anderer Beobachtungen, an vielen Orten die Bodenwärme nach Boussingault's Ermittelung für die mittlere Lufttemperatur angenommen ist.

Bei der grossen Anzahl von Orten wäre der Nutzen dieser Zusammenstellung beschränkt geblieben, wenn ich nicht noch eine Art Register dazu geliefert, und hier bot sich mir ein Mittel, um die rein meteorologische Seite der Temperatur-Vertheilung auf der Erdoberfläche nach den Jahresmitteln noch specieller aufzufassen, indem ich aus jener ersten Uebersicht nur die bestbestimmten Punkte*) auswählte, und sie nach dem Vorbilde des v. Humboldtschen Tabl. des bandes isothermes nach der mittlern Jahrestemperatur ordnete. Dies veranlasst mich, nur auf einige von den vielen Folgerungen, welche meine Zusammenstellung erlaubt, wegen des beschränkten Raumes andeutungsweise aufmerksam zu machen, insofern sich dieselben auf die Fortschritte in der Kenntniss der Inflexionen der Isothermen-Linien beziehen, obgleich ich gestehen muss, dass ungeachtet des bedeutenden Anwachses von Beobach-

*) Für die kalte und die heisse Zone nöthigten oft Mangel an Beobachtungen, auch Resultate aus einem kurzen Zeitraume in diese Tabelle aufzunehmen; dagegen enthält die gemässigte wenige Punkte, deren Medium nicht aus mehr als 5000 Beobachtungen ermittelt wäre; von vielen selbst ist das Medium aus 20—30 Jahren und darüber gewonnen. — Von Beobachtungen auf offenem Meere sind aus nahe liegenden Gründen nur wenige aufgenommen.

tungen, die allgemeinen Grundzüge, welche v. Humboldt in seinem berühmten Mémoire 1817 angab, dadurch eben so wenig wesentlich verändert werden, als es Kämtz durch scharfsinnige Anwendung des höhern Calculs gelungen, dem das hohe Verdienst gebührt, ihre Knotenpunkte mit den Breitenkreisen genauer festgesetzt zu haben, worin die vorliegenden Beobachtungen viele Modificationen hervorrufen, wenn man aus ihnen von Neuem die Constanten der Formel für eine gewisse Anzahl von Breitengraden und für klimatisch zusammengehörige Meridiane entwickelt.

Zuvörderst geht durch eine Untersuchung der Tabelle hervor, wie die Abweichung der isothermen Curven von den Parallelkreisen an dem grössten Theil der Westküste von Europa einen kleineren Winkel ausmacht, als bisher angegeben worden; dies erklärt sich höchst einfach nicht etwa durch eine Veränderung des Klimas, sondern aus dem Gange der Entwicklung dieser Kenntniss, welche von W. gegen O. vorrückt. Russland z. B. ist erst jetzt in die Reihe der Staaten getreten, die sich die Förderung dieses Theils der Physik der Erde angelegen sein lassen, also zu einer Zeit, wo man über die nöthigen Elemente der Temperaturbestimmungen besser unterrichtet ist; während in den westlichen Ländern noch viele Angaben aus älterer Zeit herrühren, wo die Stunden am Tage (auch die Manheimer) gewöhnlich ein etwas zu hohes Medium geben; folglich musste dem Westen eine relativ gegen den Osten zu hohe Wärme beigelegt werden (s. z. B. Franecker und andre Punkte in Holland und Frankreich): die convexen Scheitel werden hierdurch abgeflacht*), und somit senken sich die Curven allmäliger nach O. hin, was a priori zu vermuthen war, da z. B. der Einfluss einer oceanischen Lage, wenn dieselbe nur an einer (oder an einer zweiten, jener nicht gegenüber liegenden) Küste statt findet, während auf der entgegengesetzten das Continentalklima sich geltend macht, bei einer so geringe Niveaudifferenzen zeigenden Tiefebene, wie die grosse nord-germanische, sich doch unmöglich auf einen ganz schmalen Küstenstrich beschränken konnte. Erst in dem weiten flachen sarmatischen Tieflande findet sich eine auffallende Depression der Curven nach dem Aequator hin.

Eine andere Folgerung aus unserer Zusammenstellung, welche

*) Die hohe Breite der Isoth. von 0° am Nordcap beruht auch auf einem sehr mangelhaften Medium. Vgl. Alten, p. 29.



überall zu bestätigen der Mangel an Beobachtungen noch nicht gestattet, ist die grössere Wärme der Ost-, als der Westküsten in einem grossen Theile der heissen Zone, umgekehrt wie in den kälteren Erdgürteln, wo das Gesetz z. B. auch noch an den südeuropäischen Halbinseln (Türk.) ziemlich deutlich hervortritt; und zwar steigen dieselben von Westen aus nach dem Pole hin, erreichen im Innern der Continente ihren convexen Scheitel und senken sich wieder nach Osten gegen den Aequator, so dass hier höchst wahrscheinlich eine Bifurcation der Curven statt findet; eine Erscheinung, die sich aus den Wind- und Regenverhältnissen der Küsten wird erklären lassen, wenn ihr Einfluss auf die Temperatur erst numerisch ausgesprochen werden kann. Bei Afrika und Amerika*) tritt dieser Unterschied jedoch evidenter auf, als in der ostindischen Halbinsel. So weit hier die Beobachtungen reichen, scheinen die Isothermen sogar die Westküste in gleicher Breite, oder selbst nördlicher zu schneiden als die Ostküste, während sie im Innern von Dekan durch die Einwirkung des Plateau beträchtlich nach N. hinaufgezogen werden, besonders in der Nähe der Ostküste, östlich von der Gebirgsmauer des Ghats, wo Bangalore und Seringapatam bei der Reduction auf den Meeresspiegel etwa 28½° Med. haben, während sich für Anjarakandy an der Westküste (ganz nahe dem Meeresspiegel) 27°.2, und Madras 27°.8 ergeben. Auch bei Ceylon scheint die Westküste etwas wärmer zu sein. Im Norden der Halbinsel, wo der Beobachtungen an der Westküste wenige sind, zeigt sich dagegen vielleicht ein merkwürdiger Einfluss der Wüste Sind, des Plateau von Iran und der Richtung der Gebirge; die Temperatur des westlichen Theils der bengalischen Ebene ist so erhöht, dass die Gebirgsörter hier eine verhältnissmässig höhere Wärme besitzen, als die in Nipâl, Sikkim etc., welche durch die Nähe des bengalischen Busens und den südlicheren Zug der Himalayaketten einen abkühlenden Einfluss zu erleiden scheinen. Die Isothermen von 25½ und 26° haben in der bengalischen Tiefebene eine dem Gebirge und Gangesthale nahe parallele Richtung von WNW. nach OSO. und etwa im Norden des Golfs von Cambay einen convexen Scheitel, der sich an der excessiv warmen Küste von Arrakan wahrscheinlich wiederholt.

---

*) An der Westküste von Südamerika trägt noch zu dieser Differenz die bekannte Strömung kalten Wassers bei, während die oceanische Lage in Osten an der Wärme des Gulf-Stream Theil nehmen lässt.

wo die Hochgebirgsmasse des Gakla Gangri und seiner Fortsetzung nach Osten, wie die transversalen Ketten Hinterindiens im Winter analog den nördlichen Ghats etc. wirken, während sie im Sommer an der Hitze des Dekanschen Plateau Theil nimmt, wenn an der Malabar-Küste nur Seewinde herrschen. Zur Bestätigung dieser Ansicht dienen die Temperaturverhältnisse der schmalen Halbinsel Malacca, der Insel Singapore im Vergleich mit Java, dem im NO. wieder die grosse Insel Borneo vor Abkühlung schützend vorgelagert ist.

Als ein wichtiges Resultat möchte ich ferner die Ermittelung des Einflusses des Golfstromes bezeichnen. Derselbe zeigt sich entschieden stark erwärmend, wenn man die Gestade der Halbinsel Florida mit der südlich daran stossenden Gruppe der Florida-Keys vergleicht (s. Key West); dagegen ist seine erwärmende Eigenschaft in höheren Breiten äusserst gering, (d. h. die vorherrschenden westlichen Winde führen seine Wärme in den offnen Ozean hinaus, namentlich im Winter), so dass es wahrscheinlich wird, dass die concaven Scheitel in der Nähe des mexikanischen Busens westlicher, nach dem Innern zu liegen, nördlicher in etwa 36—37° Breite zu beiden Seiten der Alleghanys nahe parallel den Breitenkreisen laufen, im grössten Theil der vereinigten Freistaaten aber ihre concaven Scheitel nicht im Innern des Continents haben, sondern ganz nahe der Ostküste, von wo aus westlich, besonders vom Westfusse der Alleghanys, die in manchen Jahren hier einen convexen Scheitel erzeugen, im breiten Becken des Mississippi und den ebenen niederen Plateauflächen mit gesteigerter Temperatur sich die Isothermcurven allmälig, und von den Rocky Mountains weit schneller wieder nach N. zu erheben scheinen, wodurch sich denn auch die alte Meinung in Amerika, dass das Klima im Westen der Alleghanys milder ist, was auch die Vegetation zu beweisen scheint, dennoch als richtig erweist*). Zwei Umstände erklären dies Verhalten einfach: einmal die oceanische Lage der Westküsten, unterstützt von dem verzweigten Systeme der Ketten der Seealpen und Felsgebirge, welche das Klima höherer Breiten vielleicht noch auffallender, als im nördlichen

*) Ueber die Westküste s. Lütke's Voy. aut. d. monde; Wash. Irving Astoria chap. XII. Kotzebue's Reise um die Erde 1823 bis 26, und besonders v. Baer im Bull. scient. d. Pétersb. p. 1838. —

Europa modificiren*); wie der niedrigere Damm der Alleghanys, die den Gebirgen der Westküsten analog, aber in weit geringerem Grade in manchen Jahren wirken; andrerseits die excessive Erwärmung der östlich und südöstlich anliegenden, zum Theil wüstenähnlichen Hochflächen, und die gleichförmige Senkung des grossen nordamerikanischen Stromsystems, wo nirgend beträchtliche Höhen, wie in mittleren Breiten des europäischen und asiatischen Continents sich der Verbreitung einer gleichmässigen Sommertemperatur hindernd in den Weg stellt; diese steht im Süden der vereinigten Staaten kaum der Sommerwärme der südeuropäischen Halbinseln nach, ist aber nördlicher merklich geringer als im europäischen Continent, weil jenes Land ein mehr dem pelagischen Einflusse unterworfenes Klima besitzt.*) Ueberhaupt dürfte eine Vergleichung der Temperaturvertheilung in der jährlichen Periode in der alten und neuen Welt zu neuen Resultaten führen, und über manche herrschende Ansichten eines Besseren belehren. Ferner muss ich auf eine für Vergleichung der mittlern Temperatur nothwendige Rücksicht aufmerksam machen, ich meine das Localklima. In den Tropen ist das Studium der Localität schon von v. Humboldt anempfohlen worden (vergl. Benares, Madras.); auch in nördlicher gelegenen Ländern ist dies unerlässlich. In wärmeren Ländern treten z. B. gewöhnlich Süd- und Nordküsten der Inseln in einen unsern West- und Ostküsten ähnlichen Gegensatz, wenn selbst minder beträchtliche Bergketten das Land durchziehen. Ich habe desshalb häufig Localverhältnisse angedeutet, um daran zu erinnern, dass jeder Ort ein zwiefaches Klima besitzt, von denen das eine von allgemeinen und fernen Ursachen, von der relativen Stellung und Configuration der Continentalmassen, das andere aber durch specielle, nahe liegende Verhältnisse der Oertlichkeit bestimmt wird;***) dess-

*) S. über die physischen Ursachen der Isoth.-Inflexionen v. Humb. Fr. As. II. Voy. t. XII. 203; die von mir herausgegebene „Geschichte d. Meteor.", der eine Arbeit von Forbes zu Grunde gelegt ist, Art. Wind; Kämtz' Meteor. und Dove's meteorol. Unterh. p. 339.

**) Auch die Culturgebiete gewisser Pflanzen deuten darauf hin. Während die nördliche Grenze des Maïs (Zea Maïs) im westlichen Frankreich in 47° Br., am Rhein in 50°, im östlichen Europa zwischen 48 und 49 liegt und diese Culturpflanze noch in unserer Gegend in 52 bis 53° gebaut werden kann, soll sie in Canada bis 54° hinaufgehen. Franklin Journ. p. 176. Vgl. Volney Reise. II. 10 f. Long Exps.

***) Melloni's Versuche machen es sehr wahrscheinlich, dass die

halb sollte man in jedem Lande auf kleineren Räumen eine Zeitlang gleichzeitige Beobachtungen anstellen, wie sie uns Würtemberg, Böhmen, Sachsen, Sachsen-Weimar, der Staat New-York und theilweise auch Schlesien und Grossbritannien (hier aber nur zum kleinsten Theile veröffentlicht) gleichsam als Beiträge zu meteorologischen Topographieen geliefert hat. Erst dann kann man mit Sicherheit auf die Ermittelung constanter Grössen in der Lage der Isothermen im vieljährigen Mittel eingehen; dann erst wird es möglich, die Abweichungen nebst den Gesetzen, nach denen sich dieselben richten, aufzufinden, wovon uns die Astronomie den besten Beweis liefert. Die Constanz der jährlichen Mittel oder die Unveränderlichkeit des Klimas eines Ortes in Bezug auf das absolute Wärmequantum, welches er innerhalb der jährlichen Periode erhält, kann, ungeachtet Schouw darüber eine höchst verdienstvolle Arbeit in seinem Vejrl. Tilst. p. 173 f. publicirt hat, keineswegs als erwiesen angesehen werden*). Nimmt man z. B. an, dass an den 5 dort erwähnten Punkten während der ganzen Beobachtungsreihe einerlei Instrument gebraucht wäre, so würden alle ohne Ausnahme eine Wärmeabnahme im vieljährigen Durchschnitt zeigen. Eben so wenig erwiesen ist die Behauptung, dass die jahreszeitlichen Temperaturen sich in der historischen Zeit geändert haben; denn man hat ganz übersehen, dass, während gewisse Pflanzen, Wein, Oliven etc., nach Decandolle, nach Süden hin zurücktreten, andere, z. B. Mais, die ebenfalls einer höheren Sommerwärme bedürfen, nach Norden vorgerückt sind; und wir bedürfen zur Erklärung solcher Veränderungen in den Culturgebieten von Pflanzen keineswegs der Annahme, dass die Sommer kühler, die Winter wärmer geworden sind, wenn wir auf die Umwälzungen in Handel und Industrie im Laufe der Jahrhunderte unsere Blicke richten.

Zum Schlusse dieser Erläuterungen über die Tabellen und der sich daran knüpfenden Bemerkungen in Betreff des Problems der Lage der Isothermen-Curven scheint es mir nicht unpassend, auf eine Untersuchung vorläufig hinzudeuten, welche mich seit längerer Zeit beschäftigt. Aus einer vergleichenden Zusammenstellung

---

wärmestrahlende Natur des Bodens einen grösseren Einfluss auf die mittlere Temperatur hat, als gewöhnlich angenommen wird.

*) Vgl. Jackson in Journ. of the Geogr. Soc. Lond. v. IV. 241, V. p. 7. Amer. Acad. Mem. 1833. p. 115 u. a. m.

von Beobachtungen in einerlei Zeiträumen von mehreren Jahren bin ich nämlich zu dem Resultate gekommen, dass, wenn zu irgend einer Zeit an einem Orte der alten Welt beträchtliche Depression unter oder Erhöhung des Jahresmittels über die aus vielen Jahren gefundene Temperatur vorkommt, gleichzeitig gewöhnlich, vielleicht auf der ganzen nördlichen Hemisphäre oder doch einem grossen Theile derselben, bis auf 151 Meridiangrade Abstand, dieselben Ursachen in jenen Perioden wirksam erscheinen. Und dies führte unmittelbar zu der Idee, dass für jetzt nicht mehr Beobachtungen von den verschiedenen Orten aus ganz verschiedenen Jahren oder Jahresreihen zur Zeichnung jener Linien benutzt werden dürfen, sondern dass wir, in unsrer Zone wenigstens, nur gleichzeitige Observationen dazu anwenden müssen, analog dem Verfahren, welches längst bei den Elementen des Magnetismus eingeschlagen worden, aber bisher hierauf beschränkt geblieben ist*). Nur auf diesem Wege kann gegenwärtig der vermuthete Zusammenhang der Aenderung in der Temperaturvertheilung auf der Erdoberfläche in Bezug auf die Lage der isothermischen Linien mit den Variationen des tellurischen Magnetismus ermittelt werden. Wie wichtig ist in dieser Beziehung gerade die Kenntniss der Aenderungen auf der südlichen Halbkugel, von der leider viele Beobachtungen nicht publicirt sind! Dass ihre Wärme geringer sei, als die der nördlichen, ist eine reine Hypothese; die Beweise sollen bald die Vegetation, bald die Polareis-Gränze, bald die Gränze des antarktischen Treibeises liefern. Aber wieviel Widersprüche finden sich hier bei den verschiedenen Reisenden! Die Ausgleichung der Temperatur der Jahreszeiten durch den Einfluss des weiten Ozeans hat diese Meinung hervorgerufen (vergl. King's Beob. am C. Hoorn; Voy. of Beagle 1835—6 etc.). Gehen wir auf eine Vergleichung der wenigen vorhandenen Zahlenresultate mit der nördlichen Hemisphäre ein, so finden wir, dass bis zum Wendekreis des Stein-

*) Auf diese Weise habe ich auch die oben mitgetheilten Resultate für Nord-Amerika erhalten, die zum Theil mit Kämtz's übereinstimmen; aber ich habe auch gefunden, dass in ausgezeichnet kalten oder warmen Jahren sich die isothermen Curven so verschieben, dass jene im Allgemeinen aus mehrjährigen gleichzeitigen Beobachtungen erhaltenen Resultate darin eine Modification erleiden, dass die concaven Scheitel entweder mehr nach W. oder nach O. rücken, und dass in manchen Jahren westlich von den Alleghanys ein zweiter convexer Scheitel auftritt.

bocks die mittlere Wärme durchaus **nicht** geringer ist, als in dem nördlichen Theile des amerikanischen Continents, und auch in südlicheren Breiten in Amerika scheint die Differenz weit geringer, als bisher angenommen worden. Wenn man das (nur nicht ganz zuverlässige) Mittel für die Falkland-Inseln und die guten Beobachtungen zu Port Famine mit **Westeuropa** vergleicht, so bestätigt sich dies ganz augenscheinlich, während sie im Vergleich mit Nord-Amerika sogar eine Temperatur haben, welche hier erst in einer dem Aequator um 10° mehr genäherten Breite vorkommt, und doch muss man Anstand nehmen, aus so vereinzelten Beobachtungen die Folgerung zu ziehen, dass die **ganze** südliche Hemisphäre, gerade umgekehrt, wärmer als die nördliche sei. — Ich hoffe, in der vorliegenden Arbeit einige Documente zur physischen Geschichte unseres Luftkreises geliefert und die Lösung so wichtiger Probleme erleichtert zu haben.

---

Die Literatur der Temperaturbeobachtungen ist für den vorliegenden Zweck vielleicht zu ausführlich angegeben worden; der Verfasser wurde jedoch dabei von der Ansicht geleitet, dass hiermit zugleich, durch einen kurzen Auszug aus einer mit vieler Mühe zusammengestellten Literatur der meteorologischen Beobachtungen überhaupt, eine beträchtliche Erleichterung für fernere, anderweitige Untersuchungen über die Wärme und meist auch andere meteorologische Phänomene verknüpft würde, und dies schien ihm wichtig genug, um selbst mit Aufopferung von einigem Raume diese Citate mitzutheilen.

Alle Zahlen für die **mittlere Jahreswärme** in den folgenden Tabellen sind der leichteren Vergleichung halber durch den Druck auffallend unterschieden.

---

# Tabellen

## über die mittlere Vertheilung der Wärme auf der Erdoberfläche.

## A. EUROPA.

### I. Skandinavien und Dänemark.

| Ort. | Nördliche Breite. | Oestliche Länge von Paris. | Höhe über d. Meere. Par. Fuss. | Mittlere Jahreswärme. ° Cent. | Zeit der Beobachtung, Berechnung und andere Bemerkungen. Winter- und Sommertemperatur. |
|---|---|---|---|---|---|
| Nordcap (Mageroe) | 71° 10′ | 23° 30′ | — | $+0^{\circ}.1$ | Etwa ein Jahr obs. v. Hell, Bayly, Dixon und v. Buch; von diesem ber. Reise II. Gilb. Ann. 41. Wahlenb. Fl. Lapp. p. XLVII. Wegen der Kürze der Beob.-Zeit, der versch. Beob. und fehlenden Angabe der Stunden sehr unsicher. $\left(\frac{W - 4^{\circ}.6}{S + 6.4}\right)$. Wadsoe 70° n. 27½ ö.: $-1^{\circ}.3$ v. Humb. l. isoth. Kirwan Est. Tp. |
| Alten | 69 . 54 | 20 . 40 | . . . | 0 .0 | 1 J. Octbr. 183½ Std.? Spenersche Zeitung 1839. No. 72 (leider Fehler darin); Sommertemp.: $+9\frac{1}{4}^{\circ}$; kälteste Mon. (Febr.) — 12.°8. |
| Enontekis | 68 . 40 | 20 . 0 | 1340 | $-2.7$ | Ueber 4 J. 1802—6 (nach Haapakyla zu niedr. Med.) obs. Grape. Mrg., Mitt. u. Abd., Std.? — Ehrenheim Clim. Rörlighet p. 30, Schouw., Eur. 117. — Ist der Angabe Wahlenberg's vorzuziehen. $\frac{W - 17.0}{S.\ \ 12.6}$. |
| Saltdalen | 67 . 0 | 12 . 40 | — | $+2.0$ | 1½ J. 1823—4 nach Everest; aus d. Med. 2°.9 R. corr. Nicht zuverlässig nach Lessing: Reise d. Norw. |

| Ort | N. Br. | Ö. Lge. P. | Höhe Par. Fuss | M. Jahr. Tp. ° C. | Zeit der Beobachtung etc., Winter- und Sommertemperatur. |
|---|---|---|---|---|---|
| Ullensvang u. Malmanger | | | | | $6^0.35$. Auch Kämtz ber. a. d. 25 J. 1798—1822in Mag. f. Natvid. 1824 II. p. 81: Jahr $7^0.2$, $\frac{W. - 0°.1}{S. \quad 15°.6}$, $\frac{k. - 0.7}{w. \quad 16.9}$ (Met. Tptaf.). Lage in einem sehr schmalen, von sehr hohen Fjelden eingefassten Fjorde. |
| Christiania | 59° 54′ | 8° 25′ | — | $5^0.4$ | 10 J. 1816—25 obs. Esmark u. Hansteen, nur von 1823 an sind d. Std. (8—9, 3 u. 11) angegeben. Nach Schouw spec. geogr. 41. $\frac{W. - 3°.8}{S. \quad 15 .3}$. $\frac{k. - 4.8}{w. \quad 16.4}$ Nahe 2 J. Mai 1807—9 obs. v. Wacke nitz Std.? in v. Buch's Reise I. 83, sind nicht benutzt, weil d. J.-Med. nicht mit d. mon. Mitt. übereinstimmt. |
| Upsala | 59 .52 | 15 .49 | . . . | 5 .3 | 83 J. 1739—69, Med. = $5^0.3$; 1774—98, Med. = $5^0.5$ u. 1799 bis 1825, Med. $5^0.2$: Zeit d. tgl. Extr.; berechnet v. Ehrenh. Nov. Act. Upsal. 1827.—30 J. 1774—1803 obs. Prosperin, Holmquist u. Schilling nach v. Buch Reise II. geben $5^0.6$; Kämtz nimmt noch hinzu 18 J. 1739—59 v. Celsius u. Hiorter (Schwed. Abh. 1757) u. findet J. $5^0.4$ — $\frac{W. - 3.9}{S. \quad 15.9}$ 30 J., $\frac{- 4.0}{15.8}$ (48 J.) $\frac{k. - 5.0}{w. \quad 16.8}$ |
| Spydberg (Norwegen) | 59 .38 | . . . . . | 400? | 2 .9 | 3 J. 1784—86 obs. Wilse, Manheim. Eph., 7, 2 u. 9h. Therm. am Bar. im Freien. |
| Carlstadt | 59 .23 | 11 .40 | 160 | 6 .3 | 10 J. 1815—24 obs. Söderberg 3mal tgl. Std.? Mitgeth. v. Forsell l. c. $\frac{W. - 2°.7}{S. \quad 16.2}$. $\frac{k. M. - 3.6}{w. M. \quad 17.5}$ |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | S. 16.3<br>5°.7, W. — 3.5 / S. 15.8, k. — 4.3 / w. 17.5 Ehrenh. Clim. Rörl. p. 39 (3mal tägl.) 1783—87 Manh. Eph., sind die einz. Jahre, wo d. Beob.-Std. nicht fehlen. Schouw spec. ph. g. u. Vejrliget Tilst. Danm. Aus Wargentin's Obs. 1756—72 2—3mal tgl. Jahresmed. = 5°.9 Cotte Mém. I.; Vgl. Ronnow's t. II. Std.? — W. — 3.6 / S. 16.1, k. — 4.5 / w. 17.6 (65 J.) |
| Gottland | 57.48 | 16.5 | ... | 8.7? | 1817—22? Ohne nähere Angaben bei Forsell l. c. p. 47. |
| Göteborg | 57.41 | 9.36 | — | 7.3 | 1767—1832 (46 J.?) 3mal tgl. Std.? ebd. W. — 0°.3 / S. 16.9, k. — 1.1 / w. 17.8 |
| Wexiö | 56.53 | 12.25 | 450 | 6.9 | 34 J. 1786—1821 (1797 u. 99 fehlen) Std.? Ehrenh. Cl. R. p. 59. |
| Carlscrona | 56.6 | 13.14 | n. 0 | 7.8 | Zeit? N. v. Humb. lign. isoth. in Mém. d'Arc. t. 3. Tabl. |
| Lund | 55.42 | 10.51 | 50 | 7.3 | 50 J. 1865—1812, 17, 18 obs. Heurlin etc. Morgen und Mittag. W. — 1°.3 / S. 16.7, k. — 1.9 / w. 17.4. Ehrenh. l. c. p. 66. Schouw Vejrl. p. 174. |
| Kopenhagen | 55.41 | 10.14 | n. 0 | 8.2 | 39 J. 1767—76, 82—98 (Manh. Eph. Med. = 7°.4, 1798 bis 1809 u. 1814—23 obs. Bugge etc. z. versch. Std. Auf wahre Med. red. v. Schouw Vejrligets Tilstand i Danmark p. 88. 45 J. zw. 1767—1831 geben auch (corr.) Jahresmed. 8°.2; 1800—23 M. = 8°.1; 10 J. im bot. Garten 8°.1 W. — 0°.4 / S. 17.3, k. — 1.4 / w. 18.2 (39 J.) W. — 0°.5 / S. 17.2 (45 J.) |

| Ort | N. Br. | Ö. Lge. P. | Höhe Par. Fuss | M. Jahr. Tp. ° C. | Zeit der Beobachtung etc., Winter- und Sommertemperatur. |
|---|---|---|---|---|---|
| Ullensvang u. Malmanger | | | | | $6^0.35$. Auch Kämtz ber. a. d. 25 J. 1798—1822 in Mag. f. Natvid. 1824 II. p. 81: Jahr $7^0.2$, $\frac{\text{W.}\ -\ 0^\circ.1}{\text{S.}\ \ 15^\circ.6}$, $\frac{\text{k.}\ -\ 0.7}{\text{w.}\ \ 16.9}$ (Met. Tptaf.). Lage in einem sehr schmalen, von sehr hohen Fjelden eingefassten Fjorde. |
| Christiania | 59° 54′ | 8° 25′ | — | 5°.4 | 10 J. 1816—25 obs. Esmark u. Hansteen, nur von 1823 an sind d. Std. (8—9, 3 u. 11) angegeben. Nach Schouw spec. geogr. 41. $\frac{\text{W.}\ -\ 3^\circ.8}{\text{S.}\ \ 15\ .3}$. $\frac{\text{k.}\ -\ 4.8}{\text{w.}\ \ 16.4}$ Nahe 2 J. Mai 1807—9 obs. v. Wacke nitz Std.? in v. Buch's Reise I. 83, sind nicht benutzt, weil d. J.-Med. nicht mit d. mon. Mitt. übereinstimmt. |
| Upsala | 59 .52 | 15 .49 | . . . | 5 .3 | 83 J. 1739—69, Med. = $5^0.3$; 1774—98, Med. = $5^0.5$ u. 1799 bis 1825, Med. $5^0.2$: Zeit d. tgl. Extr.; berechnet v. Ehrenh. Nov. Act. Upsal. 1827.—30 J. 1774—1803 obs. Prosperin, Holmquist u. Schilling nach v. Buch Reise II. geben $5^0.6$; Kämtz nimmt noch hinzu 18 J. 1739—59 v. Celsius u. Hiorter (Schwed. Abh. 1757) u. findet J. $5^0.4$ — $\frac{\text{W.}\ -\ 3.9}{\text{S.}\ \ 15.9}$ 30 J., $\frac{-\ 4.0}{15.8}$ (48 J.) $\frac{\text{k.}\ -\ 5.0}{\text{w.}\ \ 16.8}$ |
| Spydberg (Norwegen) | 59 .38 | . . . . . | 400? | 2 .9 | 3 J. 1784—86 obs. Wilse, Manheim. Eph., 7, 2 u. 9h. Therm. am Bar. im Freien. |
| Carlstadt | 59 .23 | 11 .40 | 160 | 6 .3 | 10 J. 1815—24 obs. Söderberg 3mal tgl. Std.? Mitgeth. v. Forsell l. c. $\frac{\text{W.}\ -\ 2^\circ.7}{\text{S.}\ \ 16.2}$. $\frac{\text{k. M.}\ -\ 3.6}{\text{w. M.}\ \ 17.5}$ |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Dunfermline | 56 . 5 | 5 .46 | . . . | 7 .4 | 20 J. 1803—24 obs. Fergus 9h Mrg., corr. n. Leith $\frac{W. + 2°.8}{S. \quad 13 .0}$ (18 J. corr.) Ed. Phil. J. 1825. p. 129. |
| Carbeth | 56 . 0 | 6 .42 | 450 | 7 .9 | 4 J. 1817—20 obs. um 10h Morgens, corr. n. Leith Ed. Phil. J. vol. V. Trans. 1821. p. 394. |
| Leith | 55 .59 | 5 .30 | — | 8 .8 | 3 J. 1820 obs. Waddell tgl. Extr. u. 1824 u. 25 stündlich, ber. v. Foggo u. Bell. Edinb. Soc. Trans. v. X. u. Edinb. Phil. J. IV. |
| Edinburgh (Canaan Cottage etc.) | 55 .57 | 5 .32 | 220 | 8 .4 | 10 J. 1824—30, 34, 35 u. 37 obs. Adie, tgl. Extr. Ed. J. Science u. N. Ed. Phil. J. — Schouw corr. Playfair's Beob. 6 J 1794—99 (Ed. Soc. Trans. IV. 213, V. 193) 8, 1—3 u. 10h zu 8°.9 (Europa p. 118), doch ward nach Brewster sein Therm. durch Refl. erhöht; u. dieser setzt aus Miller's u. Adie's Beob. das Med. auf 7°.9 herab (Ed. J. Sc. IV.) Macgowan's Beob. bei Edinb. 6 J. 1771—76 8h Mrg. n. Chimin. od. Leith corr. geben auch 8°.5 (Ed. Trans. I.) n. Schouw's Calc. in Vejrlig. p. 141. $\frac{W. + 3.5}{S. \quad 14.1}$. (7 J.). D. Jahresmittel aus jenen 22 J. zus. wäre 8°.6. Tweedsmuir 1200′ h.: 6°.9. 1 J. 1825 obs. Fairlie 7½ Mg. u. 8½h Ab. Edinb. Soc. Tr. f. 1826. p. 18. |
| Colinton House | 55°.55′ | 5°.36′ | 370′ | 9°.8 | 1 J. Aug. 182$\frac{7}{8}$ obs. F(orbes) 8 u. 8h (corr. = 10°.0.) |
| Glasgow | 55 .52 | 6 .37 | . . . | 8 .7 | Zeit etc.? Nach Thomson in Libr. of usef. Knowl. |
| Abbey St. Bathans | 55 .52 | 4 .43 | 420 | 7 .5 | 1 J. 1837 tgl. Extr. obs. Wallace, corr. n. Edinb. 9 J. Beob. |
| Castle Toward (Argyllsh.) | 55 .50 | 7 .18 | 110 | 8 .4 | 7 J. 1829—35 obs. Finlay aus 9 und 6h (Med. 8°.9) corr. nach Leith. James. Ed. J. 1834—36. |

| Ort. | N. Br. | W. Lge. P. | Höhe Par. Fuss | M. Jahr. Tp. ° C. | Zeit der Beobachtung etc., Winter- und Sommertemperatur. |
|---|---|---|---|---|---|
| Lead Hills | 55°.25′ | 6°. 8′ | 1200 | 6 .7 | 10 J. 1811—20 obs. Irving um 6 u. 1h. Ed. Phil. J. V. p. 219. $\frac{W. + 0°.8}{S.\ 13.2}$. Applegarth M. 55° 13′ n. 5° 32′ w. 1 J. 1838 a. 9 u. 9h. 6°.3, cor. weg. d. Höhe 170 Fuss. James. Journ. p. 219. |
| Jesmond | 55 ...? | . . . . . | 200 | 8 .3 | 7 J. 1812—18 obs. um 9, 2 u. 10, n. Leith corr. Winch's geogr. Distrib. $\frac{W. + 3.0}{S.\ 14.4}$. |
| Londonderry | 55 . 0 | 9 .35 | n. 0 | 9 .8? | 1 J. 1800 obs. Patterson in Irish Trans. v. VIII. Catrine Works 2 J. 1830 u. 31: 10°.6 (Std. ?) James. Ed. Ph. J. 1832. |
| Carlisle | 54 .54 | 5 .17 | 45 | 8 .6 | 24 J. 1801—24 obs. Pitt um 8, 1 u. 9 oder 10h (im Sommer etwas versch. Zeit). Nach Leith ist das Medium 0°.1 bis 0°.2 zu gross. Ed. Soc. Tr. v. XI p. 418. 1835 tägl. Extr. 9°.4. — $\frac{W. + 3.0}{S.\ 14.1}$. |
| Keswick | 54 .36 | 5 .28 | 240 | 8 .5 | 5 J. 1788—92 n. Dalton, a. 6—8, 12—1 u. 4 od. 6h obs. Crostwaite Manch. Mem. (Ess. 1793). Dalton setzt in der 2. ed. der met. Ess. d. Med. auf 7°.8 herab. Nach Watson: 8°.9 Zeit? |
| Whitehaven | 54 .33 | 5 .55 | n. 0 | 9 .4 | 1 J. 1835, a. d. tägl. Extr. Das kalte J. 1836 hinzuger., erniedrigt d. Med. auf 9°.0. James. Ed. J. XXI u. XXII. |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | [illegible] Manch. Mem. IV. 301) u. b) 14 J. 1823—33 u. 35—37 obs. Marshall tgl. Extr. — Med. a. 12 J. 8°.5 Ed. J. Sc., Phil. Mag. u. London's Mag. Nat. Hist. $\frac{W + 2.7}{S.\ \ 14.5}$ (11 J. Med. 8°.3.) |
| J. Man | 54 .12 | 6 .50 | .... | 9 .8 | 9 J. 1822—30 obs. Stewart, Med. a. 9h Morg. u. 11h Ab. (nach Leith wäre d. Med. noch um fast ½° zu erhöhen (Kämtz' Med. 8 J. als uncorr. ger.) Brewst. Ed. J. Sc. v. V. N. S. I. u. V. $\frac{W. + 5.9}{S.\ \ 14.1}$. |
| New Malton (Yorksh.) | 54 . 8 | 3 . 7 | 85 | 8 .7 | Nach Brewster Ed. J. IV. 9°.0. Watson giebt a. d. tgl. Ext. 6 J. 1818—24 nur 8°.6; a. 8 J. 1817, 19—25 obs. Stockton, erhalte ich ebenfalls nur 8°.7 Jährlich in Thoms. Ann. Phil. |
| Lancaster | 54 . 3 | 5 . 8 | n 0 | 9 .5 | 6 J. 1816—21 obs. Heaton jährl. in Ann. of Phil. nach Kämtz' Tptaf. $\frac{W.\ 3.6}{S.\ 15.3}$. |
| York | 53 .57 | 3 .25 | .... | 9°.0 | 25 J. obs. Jon. Gray Std.? nach Leith corr. Libr. usef. Knowl. nach Phillips. |
| Manchester | 53 .29 | 4 .35 | 170 (270) | 9 .0 | 35 J. a) Die zweite Höhe bezieht sich auf 8 J. Beob. 1821—28 tgl. Extr. 9°.0 (aus Manch. Mem. bei Watson l. c. p. 15); b) die andere H. auf Daltons Beob. 25 Jahr 1794—1818 um 8, 1 und 11h, deren Med. 8°.70 keiner Corr. bedarf; auch sind benutzt c) 1819 u. 20, Thoms. Ann. Phil. $\frac{W. + 3.1}{S.\ \ 14.9}$, $\frac{k.\ M. + 2.3}{w.\ M.\ \ 15.3}$ (33 Jahr.) Med. red. auf 170'. |

| Ort. | N. Br. | W. Lge. P. | Höhe Par. Fuss | M. Jahr. Tp. ° C. | Zeit der Beobachtung etc., Winter- und Sommertemperatur. |
|---|---|---|---|---|---|
| Liverpool | 53°.25′ | 5°.19′ | . . . | 9.6 | 24 J. obs. Hutchinson Mittags, n. Plym. u. Leith corr. 1768 bis 92. Manch. Mem. IV. |
| Dublin | 53.23 | 8.42 | n. 0 | 9.5 | 19 J. a) 1792—1808 obs. Kirwan. Wahrsch. Med. a. d. tgl. Extr. Irish. Acad. Tr. 1792—1808. Dasselbe Medium hat Brewster Ed. J. 1831; b) 1823 u. 24 Med. 9°.3 Dubl. Phil. Journ. I. — $\frac{W. + 4\ 5}{S.\ \ 15.2}$ (a. 15 J.) Nach Hamilton ist die Temperatur an der Westküste in in 45°48′ n. 9°.2. |
| Alderley (Chesh.) | 53.20 | 4.40 | . . . | 8.3 | 10 J. 1815—24 obs. Stanley um 8, 2 u. 10h nach Leith corr. Ed. Ph. J. XII. $\frac{W. + 2.7}{S.\ \ 14.9}$ (corr.) |
| Derby | 52.58 | 3.50 | 160 | 8.8 | 40 J. obs. Swanwick V. u. S. wahrsch. tgl. Extr. Thomson Ann. Ph., Lib. us. Kn. |
| Boston | 52.48 | 2.25 | ? | 9.7 | 8 J. vor 1824 obs. Veall Std.? Nach Burney (Gosport dieselb. J. 11°.1) Ph. Mag. 65. |
| Lyndon | 52.32 | 2.23 | 510 | 8.9 | 15 J. 1771—85 obs. Barker gute Beob. nach Kirwan Estim. Temp. Cotte aus 4 J. unter jenen 9.0; u. Brewster 9°.4 Ed. J. Sc. v. IV. Phil. Trans. |
| Great Malvern (Worc.) | . . . . | . . . . | . . . | 8.7 | 1 J. 1837 obs. Addison tgl. Extr. Met. Soc. Tr. vol. I. 1839. |
| Bedford | 52.8 | 2.50 | . . . | 10.9 | 7 J. 1828—34 obs. Smyth tgl. Extr.; zu hoch? Geogr. Gr. Brit. [illegible] W. + 4.7 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Cheltenham | 51 .55 | 4 .25 | . . . | 10 .3 | 4 J. a) 3 J. Nach Clarke's Influence of Climate etc. u. b) 1837 Met. Soc. Tr. I. Tgl. Extr. |
| Cork | 51 .48 | 10 .35 | n. 0 | 10 .6 | Zeit? Nach v. Humb. McCulloch hat 10°.7. |
| Oxford | 51 .46 | 3 .36 | . . . | 9 .4 | 8 J. 1816—23 obs. Robertson tgl. Extr. u. 10 u. 10h bei Watson u. Ed. J. Sc. v. I. $\frac{W. + 2.8}{S. \quad 15.5}$ (6 Jahr.) |
| Epping (Ess.) | 51 .42 | 2 . 5 | 370 | 9 .4 | 14 J. obs. um 8h Morgens, Med. 8°.7 corr. n. Leith. Lib. usef. Knowl. |
| High Wycombe (Bucks) | 51 .38 | 2 .55 | . . . | 7 .5 | 4 J. 1828—30 u. 37 obs. Tatem; 1828 Med. 8°.8 Lond. Mg. Nat. H. 1829 ff. Met. Soc. Trans. Lond. v. I. |
| Bushey Heath | 51 .38 | 2 .41 | 520 | 9 .3 | 7 J. 1818—22, 24 u. 25 obs. Beaufoy tgl. Extr. Jährl. in Ann. Phil. v. Thoms. Nach Brewster (Ed. J. Sc. IV) soll das Medium 10°.3 sein. (Corr. wegen der Höhe?) |
| Swansea | 51 .36 | 6 .17 | n. 0 | 11 .1 | 1 J. 1837 obs. Gutch, 9 u. 5h, Med. 12°1, corr. Ply. Tr. met. Soc. I. |
| London | 51 .31 | 2 .26 | 100 | 9 .8 | 34 J. 1797—1830 obs. Howard tgl. Extr., darunter die letzten 24 Jahre bis 1830 zu Tottenham Green, Plaistow u. Stratford, deren Med. 9°.6 $\frac{W. + 3.0}{S. \quad 16.4}$ Clim. of Lond. 2. ed. I vol.; 10-j. Beob. 1763 bis 1772 von Will. Heberden um 8 und 2h geben n. Leith corr. ebenfalls d. Med. 9°.8. Das 10-j. Med. d. Beob. um 2h Mittag verbunden mit dem 20jährigen Medium des tägl. Minimums nach Ch. Cavendish's Beob. liefert d. Jahrestemp. 9°.6. Phil. Trans. f. 1788, p. 68. Die Beob. in d. apartm. der roy. Soc., welche durch d. Local. an der künstlichen Wärme der Stadt Theil nehmen, wozu eine günstige Lage |

| Ort. | N. Br. | Ö. Lge. P. | Höhe Par. Fuss | M. Jahr. Tp. ° C. | Zeit der Beobachtung etc., Winter- und Sommertemperatur. |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | **III. Niederlande und Belgien.** |
| Franeker | 53°.20′ | 3°.12′ | — | 10°.3 | 13 J. 1771—83 obs. van Swinden 6, 10, 1, 2, 6, 10 corr. n. Plymouth und Salzuflen. Noch zu hoch, da v. Sw. mehrere Jahre alle Stunden am Tage obs. Ber. v. Wenckebach a. d. Orig. In den früheren Abdrücken sind viele Fehler! 11 J. v. jenen geben das (nicht corr.) Med. 11°.0, 1771—83: 10°.7 W. + 2.6; S. 19.6 v. Humb. l. is., Cotte Mém. II. 338 fg. — Nat. Scheik. A. dl. V. Vgl. in Berghaus' Physik. Atl. I. die Lage der Isoth. von 10° und die folgenden holl. Orte! |
| Leeuwarden | 53 .12 | 3 .30 | n. 0 | 10 .0 | 3 J. 1776—78 obs. Brouwer Std.? Cotte l. c. p. 398. Zu hoch? Bruimwa's Beob. 1838 geben corr. 8°5; nach Haarl. auf vielj. Med. red. auch 10.2 Er obs. 4-stdl. 5mal. Alg. Letb. 1839. |
| Sparendam | 52 .29 | 2 .50 | n. 0 | 10 .2 | 4 J. 1777—80 obs. Engelmann Std.? Ebd. p. 556. Zu hoch. |
| (bei) Haarlem | 52 .23 | 2 .18 | — | 10 .0 | 48 J. 1789—1836 obs. van der Bosch u. Veen, 8, 1 u. 10h Med. 10°.1, corr. n. Plym. u. Salzufl. nur 9.7; Wenckeb. Ber. l. c. 1789—1829 (41 J.): 9°.6 corr.; 1817—36 (20 J.): 10.05 corr.; W. + 2.9; S. 17.0; k. 1.1; w. 17.6 (1819—36, Med. 10.0) 1817—29 (13 J.): 10.00 cor. (vgl. Schiedam); 1831—36 (6 J.): 10 .07 corr. (vgl. Amsterd.) Aus d. jährl. Mitth. ber. i. Algem. Konst- en Letterbode, Miquel disquis. geogr.-bot. de plant. Reg. bat. distr. 1837 p. XV. — Zwischen dem Haarlemer Meer und „het Y“. |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Amsterdam | 52 .22 | 2 .35 | — | 9 .8 | 14 J. a) 1779—86 u. b) 1831—36; a) obs. Mohr Med. a. 7, 2 und $10^h$ = 9°.9 b) van der Voort v. d. Soc. Felix Meritis Med. a. 8, 1 und $7^h$ = 10°.8 (vgl. Haarlem), nach Plym. u. Salzufl. corr. = 9°.93. Ber. a. d. Jaarboekje etc. — 5 Jahr 1779—83 ber. v. van Swinden geben uncorr. 10°.9! Cotte Mém. II. 199 (vgl. Franeker), v. Humb. l. is. — 1750—64, 68—78 (17 J.) obs. Schaaf corr. Med. a. 8, 2 u. $10^h$ = 10°.4. Aus allen 31 J. folgt d. corr. Med. = 10°.15, die ersten 25 J. geben 10°.2. |
| Zwanenburg | 52 .15 | 2 . 0 | — | 9 .7 | 64 J. a) 1743—79 M. unc. = 9°.9 (a. 7, 12 u. $10^h$) u. b) 1809 bis 35 M. a. 7, 1 u. $10^h$ = 9°.7 Corr. n. Plym. u. Salzufl. Die Jahre 1780—1808 hinzuger., deren Med. a. 7, 2 u. $10^h$ = 8°.85 geben im 92jähr. Durchschn. (obs. Noppen, Engelmann, Bruning, Conrad u. seit 1809 de Leeuw) nur 9°.4 cor. Md.; dasselbe liefern 65 J. 1743—86, 88—1808; 1780—1835 (55 J.) nur 9°.2. — 37 J. 1743 bis 79 Med. = 9°.8; 28 J. 1780—86, 88—1808 Med. = 8°.9; 27 J. 1809—35 Md. 9°.5; alle corr. — A. 20 J. 1765—85 (Verhand. Haarl.) ber. v. Woltmann in Brandes Beitr. p. 8 wahres Med. nach Salzufl. und Leith = 10°.3 u. W. + 2.5; S. 17.9; 1736—75 (40 J.): 9°.8 (nach Cotte), 9°.7 (nach Wenckeb. Mitth. an Miquel l. c., Ply. u. Salz. Corr. = 9°.6 u. W. + 2.6; S. 18.9 (Corr.) |

| Ort. | N. Br. | Lge. P. | Höhe Par. Fuss | M. Jahr. Tp. ° C. | Zeit der Beobachtung etc., Winter- und Sommertemperatur. |
|---|---|---|---|---|---|
| Cambray | 50.11 | 0.54 O. | 200 | 11 .1 | Zeit? v. Humb. l. is. Trécourt's Beob. 1780—84: 11°.2 Cotte p. 293. |
| La Chapelle bei Dieppe | 49.56 | 1.15 W. | n. 0? | 9°.6 | 5 J. 1819—22 u. 1824 obs. Nell de Bréauté s. Mg. 9 u. Abd. 9h Bibl. univ. d. Gén. jährl. |
| Laon | 49.34 | 1.17 O. | 500 | 9 .4 | 2 J. 1783 u. 84 obs. Cambronne. Cotte Mém. II. p. 388. |
| Rethel | 49.31 | 2. 2 — | 400 | 11 .9 | Ueber 2 J. 1777—79 obs. Télinge. Zu hoch. Ebd. p. 523. |
| Rouen | 49.26 | 1.15 W. | 160 | 10 .8 | 6 J. 1778—80, 83—85 obs. de la Cloture. Ebd. p. 531. W. + 1.2; S. 19.0. |
| Soissons | 49.23 | 0.59 O. | . . . | 11 .9 | 2 J. 1778 u. 79 obs. Dieu. Ebd. p. 555. |
| St. Helier, Jersey | 49.17 | 4.27 W. | n. 0 | 11 .7 | 5 J. Std.? W. ½° kälter, S. 1½° wärmer als in Penzance. Hooper Obs. on the Clim. and Diseases of Jers. 1837. |
| Metz | 49. 7 | 3.50 O. | 560 | 10 .3 | 10 J. 1825—34 obs. Schuster; d. Med. a. 9, 12 u. 3h nach Chimin. corr. (9h hat d. Med. 10°.2) Mém. l'Acad. de Metz t. 14—16; l'Inst. N. 160. (Humb. is.: 11°.6) B. Cotte a. 7 J.: 12°.5. Die J. 1825 bis 30 geben aus 9h Mg. 10°.1. |
| Montmorency | 49. 0 | 0. 2 W. | 430 | 10 .4 | 33 J., Humb. l. is. N. Cotte's Beob. 1765—1808: 11°.3, 1768—82: 11°.1. — W. + 3.2; S. 19.0. Mém. s. l. Météor. t. II. p. 439 seq. vgl. t. I. p. 16. Beobzeit.: Sonnenaufg., 2 u. 9h (p. 532). |
| Chalons s. Marne | 48.57 | 2. 1 O. | 320 | 10 .3 | Zeit? Humb. l. is. |
| Vire (Norm.) | 48.50 | 3.15 W. | 750 | 10 .4 | 6 J. 1775—80 obs. Delapolinière Cotte p. 593. W. + 3.5; S. 17.0. |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Paris | 48.50 | 0. 0 | 200 | 10. 8 | 32 J. 1806—37. Beob. d. tgl. Extr. auf d. Observ. 1806—26 geben ein nur um 0.°01 höheres Mittel. Bouvard Mém. l'Ac. t. VII. 326. Monatl. in Ann. de Chim.; Compt. rend. hebd.; Poisson Théor. math. Chaleur p. 463 u. Conn. d. tems (p. 1841). W. + 3.7; S. 18.1 (11 J.), 3.4; 17.7 (18 J., deren Med. 10.°5), 3.6; 18.0 (21 J.), 3.4; 18.1 (31 J. 1806—36). |
| Haguenau (Als.) | 48.49 | . . . . | . . . | 11. 4 | 5 J. 1780—84 obs. Keller 3mal tgl. Mém. Cotte II. |
| Dieuze | 48.48 | 6.47 O. | . . . | 10. 1 | Levallois Ann. d. Mines 3. S. t. III. 629 nach Gehler W. Bd. IX. |
| Nancy | 48.42 | 3.51 — | 800 | 11. 1 | 6 J. 1775—80 obs. Maillette Cotte p. 474. Soyer-Villemet setzt die Temp. auf 10°.4 (C?) Obs. s. quelq. plantes de France. 1828. |
| St. Malo | 48.39 | 4.22 W. | — | 12. 1 | Jahre? Humb. Fragm. Asiat. II.; in seinen L. is. s. 3 J. v. Bougourd 12.°3; 5 J. dieser Beob. 1777—79, 82 u. 83 geben 12.°6 Cotte. |
| Strassburg | 48.35 | 5.25 O. | 450 | 9. 9 | 35 J. 1801—35 obs. Herrenschneider; 6—7, 12 u. 9—10ʰ, geben wahres Med. Aus 18 J. (1806—23): 9.°8; Eisenlohr setzt 9.°7 in Gehler's Wörtb. 9. I. Tptaf. Mém. de la Soc. Strassb. (bis 1810) u. jährl. Résumé des Obs. météor. W + 1.4; S. 17.8 (15 J.), + 1.1; 18.1 (32 J. corr.). |
| Pontorson (Norm.) | 48.33 | . . . . | . . . | 12. 1 | 2 J. 1782, 83. Cotte II. p. 516. |
| St. Brieuc | 48.31 | 5.6 W. | 300 | 12. 2 | 8 J. 1778—85 obs. Bagot. Ebd. p. 533. (v. Humb. l. is.: 11.°3). |
| Chartres | 48.26 | 0.51 — | 480 | 10. 6 | 8 Jahr, 1777—84, obs. Mahon. Ebd. p. 305.; v. Humb.: 10.°4. W. + 2.6; S. 18.2. |
| Brest | 48.24 | 6.50 — | n. 0 | 14. 1? | 5 J. a) 1784 obs. Fusée-Aublet Std.?: 12°3; Cotte II. 277. u. b) 1821—24 obs. Guépratte aus Mg. u. Mittg. (Std.?): 14.°5. |

| Ort. | N. Br. | Ö. Lge. P. | Höhe Par. Fuss | M. Jahr. Tp. °C. | Zeit der Beobachtung etc., Winter- und Sommertemperatur. |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | **III. Niederlande und Belgien.** |
| Franeker | 53°.20′ | 3°.12′ | — | 10°.3 | 13 J. 1771—83 obs. van Swinden 6, 10, 1, 2, 6, 10 corr. n. Plymouth und Salzuflen. Noch zu hoch, da v. Sw. mehrere Jahre alle Stunden am Tage obs. Ber. v. Wenckebach a. d. Orig. In den früheren Abdrücken sind viele Fehler! 11 J. v. jenen geben das (nicht corr.) Med. 11°.0, 1771—83: 10°.7 W. + 2.6; S. 19.6 v. Humb. l. is., Cotte Mém. II. 338 fg. — Nat. Scheik. A. dl. V. Vgl. in Berghaus' Physik. Atl. I. die Lage der Isoth. von 10° und die folgenden holl. Orte! |
| Leeuwarden | 53 .12 | 3 .30 | n. 0 | 10 .0 | 3 J. 1776—78 obs. Brouwer Std.? Cotte l. c. p. 398. Zu hoch? Bruimwa's Beob. 1838 geben corr. 8°5; nach Haarl. auf vielj. Med. red. auch 10.2 Er obs. 4-stdl. 5mal. Alg. Letb. 1839. |
| Sparendam | 52 .29 | 2 .50 | n. 0 | 10 .2 | 4 J. 1777—80 obs. Engelmann Std.? Ebd. p. 556. Zu hoch. |
| (bei) Haarlem | 52 .23 | 2 .18 | — | 10 .0 | 48 J. 1789—1836 obs. van der Bosch u. Veen, 8, 1 u. 10h Med. 10°.1, corr. n. Plym. u. Salzufl. nur 9.7; Wenckeb. Ber. l. c. 1789—1829 (41 J.): 9°.6 corr.; 1817—36 (20 J.): 10.05 corr.; W. + 2.9; S. 17.0; k. 1.1; w. 17.6 (1819—36, Med. 10.0) 1817—29 (13 J.): 10.00 cor. (vgl. Schiedam); 1831—36 (6 J.): 10 .07 corr. (vgl. Amsterd.) Aus d. jährl. Mitth. ber. i. Algem. Konst- en Letterbode, Miquel disquis. geogr.-bot. de plant. Reg. bat. distr. 1837 p. XV. — Zwischen dem Haarlemer Meer und „het Y“. |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Poitiers | 46.35 | 1.59 W. | 300? | 12.4 | Zeit? v. Humb. l. l. Bei Cotte p. 510 aus 10 J. (1776—85) obs. de la Mazière 11°.7; vgl. p. 539. |
| | | | | | St. Maurice in denselben Jahren 46½° n. Br.: 10°.9. |
| Luçon | 46.27 | 3.20 — | ... | 12.6 | 4 J. 1777—80 obs. Baron u. Bouquet. Cotte p. 406. |
| Macon | 46.18 | 2.30 O. | 490 | 10.7 | 4 J. Trav. Soc. d. Sc. d. Mâc. 1821 p. 56. |
| La Rochelle | 46. 9 | 3.28 W. | 30 | 11.7 | 11 J. a) 9 J. 1783—91 obs. Seignette Manh. Eph. bei Cotte u. b) 1781—84 obs. Fleuriau de Bellevue um 7, 2 u. 11h, deren Med. 11°.8. Fleur. d. B. Not. Stat. a. l. Char. Infér. 1837. p. 3. W. + 4.8; S. 19.2 (9 J.) |
| J. d'Oléron | 45.56 | 3.32 —, | — | 14.6? | 3 J. 1777—79 obs. Fusée-Aublet. Cotte p. 485. Vgl. Brest! |
| Clermont | 45.47 | 0.45 O. | 1250 | 10.6 | 7 J. 1806—13 obs. Ramond, Mittags. Mém. de l'Inst. 1812 p. 49.; auf wahres Med. red. mittelst d. Differenz des Mittags-Med. u. des Mittels der tgl. Extr. zu Paris; Schouw Europa p. 120. Cotte hat 10°.7; 1776 u. 84 obs. Albared u. Segretier geben 11°.4. Cotte II. 311. |
| Lyon | 45.46 | 2.19 — | 480? | 13.2 | Zeit? v. Humb. l. is. |
| Vienne | 45.33 | 2.33 — | 400 | 13.1 | 6 J. gute Beob. 3mal tgl. (Std.?) v. Revolat. Cotte p. 590 W. + 3.7; S. 22.1 (v. Humb. J. = 12°.8). |
| | | | | | Mont-Dauphin 44⅔° n. u. 2770′ h.: 11°.1 a. 2 J. 1784 u. 85. Ebd. p. 435. |
| Bordeaux | 44.50 | 2.55 W. | — | 13.9 | 10 J. 1775—84 obs. Guyot u. de la Mothe Std.? Cotte p. 268. v. Humb. hat 13°.6, Pouillet (Phys. p. 491.): 13°.5 — W. + 6.2; S. 21.7. |
| Joyeuse | 44.28 | 1.55 O. | 600 | 14.0 | 1827 obs. Tardy de la Brossy. Bibl. univ. t. XXXVII. 3. |
| | | | | | Viviers 4 J. 1777—80: 13°0. Cotte. |
| Tonains | 44.25 | 2. 2 W. | ... | 12.7 | 1 J. 1784 obs. Laperche. Cotte p. 571. |
| Rhodez | 44.21 | 0.14 O. | 450 | 13.9 | v. Humb. l. is. Cotte 4 J., obs. Flaugergues: 10°.1. II. 524. |

| Ort | N. B. ° ′ | Lge. P. ° ′ | Höh. P. F. | M. Jahr. Tp. ° C. | Zeit der Beobachtung etc., Winter- und Sommertemperatur. |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | St. Paul (Dauph.) 44°.21′ n., a. 3 J.: 12°.1. Ebd. |
| Alais | 44.7 | 1.44 O. | 410 | 15.4? | 26 J. Std.? Obs. d'Hombres Firmas. Bibl. univ. 1828 u. 30; im Jahre 1823 gab derselbe an J. 15°.5. 1802—9 nur 15°.2. W. + 6.2 (28 J.); S. 25.7. |
| Montauban | 44.1 | 0.59 W. | 550 | 13.1 | Zeit? v. Humb. l. i. W. 5.9; S. 20.7. |
| Avignon | 43.57 | 2.28 O. | 60 | 14.6 | 25 J. 1802—26 obs. Guérin um Sonnenaufg. u. 2h 1802—5: 14.3; 1802—12 14°.5. W. + 6.1; S. 23.3. N. Schouw's Europa. Mém. bar. d. Alp. franç. p. 121. D. Edinb. Journ. of nat. Sc. giebt a. 27 J.? 14°.4 an. — Mont Ventoux 5880′, a. einig. Beob. (unsicher) ber. zu 1°.6; Carpentras 310′ h. 14°.8. Ann. Sc. nat. t. 10. |
| Nismes | 43.51 | 2. 1 — | 100? | 15.7? | 5 J. 1778—80, 84, 85 obs. Baux u. Rasoux Mg. u. Mittags, wegen Localeinflusses zu hoch. Cotte II. p. 480 (Fischer's Montpellier: 16°.2). Aus 16 J. 1767—85: Med. = 16°.2 Std.? Locale Erwärmung durch die Lage an d. Berge? Topogr. de Nismes par Vincens p. 160. |
| | | | | | Castel Sarras 43°.50′ n. Br.: 14°.0 (1784 obs. Ressayré Cotte 298.) |
| Tarascon | 43.51 | 2. 1 — | . . . | 15.5? | 5 J. 1775—79 a. 2 tgl. Beob. v. Laudun. Cotte p. 563. |
| Dax | 43.43 | 3.24 W. | 130? | 13.7 | 5 J. 1780—84 obs. Dufau 2—3mal tgl. Std.? Cotte p. 822 (v. Humb.: 12°.3) W. 6.7; S. 20.3. |
| Arles | 43.42 | 2.18 — | — | 14.6 | 2 J. 1783 u. 84 obs. Bret, Cotte 204; v. Humb.: 15°. |
| Toulouse | 43.36 | 0.54 — | 470 | 12.7 | 7 J. 1818—24 obs. Marqué Victor 5 bis 7mal tgl.; aus 9 u. 9h (oder 6 u. 3h) corr. nach Padua. Gounon's Obs. 1784—88 geben 14°.1; dagegen 8 J. 1814—22 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | v. d'Aubuisson u. Assiot 12°.1. — Zu Port St. Étienne auf Befehl d. Admin. du Can. d. Midi von 1813—24 angestellte Beob. geben 13°.9 (Mittags fand eine locale Erwärm. statt; nur ¼ des Jahres sind Regentage!) Mém. Acad. Toul. t. I. p. 94. W. +5.2; S. 19.9 (7 J.). |
| Montpellier | 43.36 | 1.32 O. | 100 | 14.1 | 14 J., obs. Gergonne 1806—17, 19, 28 Std.? Statist. d. Départ. u. Ann. de l'Hérault. Nach Marcél de Serres 16°.7 oder 17°? Die Beob. v. Mourgue 1774—85 (11 J.) geben 15°.2 oder 15°.6; v. Humb. a. 10 J. 15°.2 (Risso's Eur. mér.) Cotte Mém. II. 465. W. +6°.7; S. 24.3 (11 J. ältere Beob.). |
| Aix | 43.32 | 3. 6 — | 600 | 13.5 | 1 J. 1776 obs. Morin. Cotte p. 195. v. Humb. l. ls. 13°7. |
| Marseille | 43.18 | 3. 2 — | 140 | 14.7 | 40 J. a) 16 J. 1777—92 obs. Sylvabella, Manh. Eph. 7—8, 2—3 u. 9—10ʰ, Humb. l. ls.; Med. = 14°.8; b) 20 J. obs. Thulis u. Blanpain 1796—1815 Std.? Med. = 14°.7; c) 1823—25, 38 obs. Gambart etc. Zeit d. tgl. Extr. 14°.0 cor. Con. temps. 1827. l'Inst. Bei Cotte a. 9 J. Md. = 15°.0 u. W. +7.5; S. 22.5; 1745—78 Med. = 16°.3; Firmas setzt auch zu hoch 16° (vgl. Alais). Noch zu hoch? Zeit? v. Humb. l. ls. Bei Cotte 2½ J. 12°.1 (p. 526.) |
| Rieux | 43.14 | 1.10 W. | ... | 14.0 | |
| Oléron | 43.11 | 2.57 — | 650 | 13.2 | 4 J. 1782—85 obs. le Roy. Cotte II. 484. Schouw spec. geogr. phys. p. 51. W. +5.7; S. 21.4. |
| Toulon | 43. 7 | 3.36 O. | 76 | 15.6 | 11½ J. 1823 bis Juli 1834 a. Beob um 1ʰ Mittag, deren Med. = 18°.4. Alte Beob. v. Barberet 2 J. 1778 u. 79 geben 16.7; 3mal tgl. — Bérard Déscr. naut. d. Côtes de l'Algérie p. 61. Vgl. Nizza (Ital.). 33 J. 1749—81 obs. Burel tgl. Extr. wahrsch., aber in der ⊙, geben nur 14°.4. Villeneuve Stat. d. B. du Rhône I. |

| O r t. | N. B. ° ′ | Lge. P. ° ′ | Höh. P. F. | M. Jahr.-Tp. ° C. | Zeit der Beobachtung etc., Winter- und Sommertemperatur. |
|---|---|---|---|---|---|
| Perpignan | 42.42 | 0.34 O. | 160 | 15.5 | 6 Jahr 1777—84 versch. Beob. Std.? Cotte II. 503. v. Humb. l. is. Schouw l. c. **W. + 7.2 ; S. 23.9.** |
| Mont-Louis (Rouss.) | 42.30 | 0.20 W. | 4900 | 6.5 | 5 J. 1780—84 3mal tgl. Std.? obs. Barrera. Cotte II. 437. **W. — 0.3 ; S. + 13.9.** |

## V. Norddeutschland.

| | | Ö. L. P. | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Tilsit | 55.4 | 19.33 | ... | 6.9 | 17 Jahr 1820—36 obs. Heydenreich, 6, 2 u. 10h; **W. — 3°.2 ; S. 16.7** (cor. Leith, Salz.) Vat. Arch. |
| Dorf Krockow | 54.46 | 15.49 | ... | 7.4 | 1 J. 24 Oct. 18$\frac{28}{36}$ aus 5 tgl. Beob.; corr. nach den 24j. Beob. zu Danzig, um die j. Abweichung zu eliminiren. Strehlke Pogg. 35. |
| Königsberg | 54.43 | 18.10 | 60 | 6.5 | 24 J. 1799—1822 obs. Sommer; 3 Beob., die sehr nahe das wahre M. geben. Astron. Nachr. II. 25. **W. — 3.3 ; S. 15.9.** |
| Danzig | 54.21 | 16.18 | 45 | 7.7 | 22 J. a) 1807, 10—12 obs. um (8 oder) 7, 2 u. 10h, nach Salzuffeln corr. Med. = **8°.0 ;** b) 1813—30 (18 J.) um 6, 2 u. 10 obs. Krefeld wahres Med. = **7°.6.** Gewöhnlich wird als 24j. Med. (1808 u. 9 eingeschl.) = **7°.8** angegeben (Bergh. 3 Sendschr. 66 u. a.), dabei ist aber weder die Abweichung der Stunden in den ersten Jahren, noch die fehlerhafte Berechnung der mon. Mittel in d. J. 1808 u. 9 berücksichtigt, indem hier wenigen Beob. des Mittags gleiches Gewicht mit denen Mg. u. Abds. beigelegt ist; auch zeigten sich mehrfache Abweichungen in den einzeln. Mitt. im 1. Hefte des II. Bd. d. neuesten Schr. der naturforsch. Ges. zu Danz. 1826. von |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | denen in dem vollständ. Beob.-Journ. in d. folg. H. 1831 berechneten! W. — 0°.7; S. 17.0 (1807—24 v. Schouw für 6, 2 u. 10h? corr.), — 1°.4; 16.5 (1813—30 n. Salzufl. corr.). — 81 Jahre d. Beob. v. 1739—52 Hanow um 12 u. 12h, bis 1788 Reinick um 7 u. 9—10h, bis 1819 Füllbach u. Kleefeld 6—7 Mg. (?) u. 10h Ab. geben mit Berücksichtig. des etwas willkürlich den versch. Obs. von Westphal beigelegten Gewichtes (Neueste Schr. I. p. 56.) ebenf. das corrig. Med. 7°,7, was mit dem obigen aus 22 J. gut übereinstimmt und als 92-jähr. M. angesehen werden kann. |
| Braunsberg | 54.19 | 17.34 | 70 | 6. 6 | 7 J. 1827—32 u. 36 obs. Feldt, a. 8, 12 u. 10h. Jahresber. d. schles. Ges. f. vat. Cult. 1834. p. 60. Richter preuss. Prov.-Bl. Pogg. XLI. 541. W. — 4°.4; S. 16.4 (6 J.) |
| Stralsund | 54 19 | 10.47 | 50 | 8. 1 | 11 J. 1827—37; Med. 9°.0; corr. n. Salzuf. u. Apenr. Bergh. Vorb. phys. Atl. 3. giebt 8°.5 (n. Leith?) an. — 8 J. 1827—34 obs. Nizze um 8, 12, 2, 6 u. 10h, corr. n. Leith: 8°.2 nach Bergh. 3 Sendschr. etc. an v. Humb. (in seiner Länderkunde 8°.0) W. — 1°.1; S. 9.4. |
| Greifswalde | 54. 4 | 11. 4 | ... | 8. 6 | Nur 1 J. 1825 tägl. Extr. Handschr. Mitth. des Hr. v. Humb. |
| Starkenhorst (bei Swinemünde) | 53.54 | 11.57 | — | 8. 6 | 9 J. 1826—Sept. 35, um 8, 12, 2, 6 u. 10h corr. Mittel. obs. Starke. Bergh. l. c. p. 64. W. — 0°.6; S. 17.7. |
| Cuxhaven | 53.53 | 6.24 | — | 8. 6 | 18 J. 1793—1810 obs. Woltmann; nach Buek corr. Hamb. Kl. p. 26. W. + 0°.5; S. 16.8. |
| Hamburg | 53.33 | 7.38 | 60 | 8. 9 | 19 J. 1807—25. Obs. Willerding, 8 u. 2h, auf wahre Med. red. W. + 0°.3; S. 17.6 (corr. v. Schouw), + 0.4; 19.0 (Kämtz). 5 J. 1820—24 v. Harris u. Campbell (Zeitg.) mit einem Six-Th. geben dasselbe J.-Med. Buek l. c. 23. |
| Flotbeck | 53.32 | 7.40 | n. 0 | 9. 4? | Nach v. Voght obs. (1814—29)? Std.? Ohne nähere Angabe in Bergh. Ann. III. aus Bibl. univ. t. XLIII.; aus den jahreszeitl. Med. Zu hoch. W. + 0,3; S. 17,6. |

| Ort. | N. B. ° ′ | Ö. Lge. Par. ° ′ | Höh. P. F. | M. Jahr.-Tp. ° C. | Zeit der Beobachtung etc., Winter- und Sommertemperatur. |
|---|---|---|---|---|---|
| Neustrelitz | 53.22 | 10.43 | 270 | 8. 6 | 5 J. 1829—33 obs. Prozell 8, 12, 2, 6 u. 10h; nach Leith corr. v. Bergh. in 3 Sendschr. p. 64. W. — 0.7; S. 17.3. |
| Prenzlow | 53.18 | 11.25 | 130 | 9. 4 | 4 J. 1832—35 obs. Meinicke um 8, 12, 2, 6 u. 10h. Corr. Media (Leith) v. Bergh. a. a. O. (Ländkde Temp.-Tab. 9°.6); wohl zu hoch. W. + 1°8; S. 18.3. |
| Lüneburg | 53.15 | 8. 4 | 180 | 9. 2 | 12 J. 1813—24 obs. Münchmeyer a. 2 Beob. auf Med. red. Schübler Met. Temp.-Taf. (Buek l. c. findet aus diesen Jahren 9°.0.) W. + 1.0; S. 17.3. |
| Perleberg | 53. 5 | 9. 1 | 290? | 8. 8 | 4 J. 1827—30 obs. Engelhardt 5mal tägl. 8, 12, 2, 6 u. 10h, Leith. Corr. Bergh. 3 Sendschr. W. — 0.5; S. 18.0. |
| Thorn | 53. 1 | 16.17 | 120 | 8. 3 | 1 J. 1825. Std.? Bergh. l. c. Med. 8°.8, nach Danz. 24-j. Beob. corr. Derselbe giebt 1825 obs. Erdemann 9°.4 (Annal. XVII. p. 560.) u. Ldk. (Jahre?) 8°.2 u. W. — 0.3; S. 16.5. |
| Königsberg (Neumark) | 52.58 | 12. 7 | 110 | 8. 5 | 1 J. 1828 obs. Geissler 5mal tägl. corr. bei Bergh. l. c.; wegen der Abweich. des Jahres nach den Berliner Beob. corr. |
| Wriezen | 52.43 | 11.48 | 70 | 8. 3 | 1 J. 1828 obs. Ulrich. Med. = 9°.1 aus 8 zweistdl. Beob. (h?); nach Leith u. der Beob. Reihe z. Berl. 1821—34 v. Berghaus corr., 3 Sendschr. Ulr. Besch. d. Stadt Wriezen p. 324. Einfl. des Oderbruches, bestätigt durch Erschein. d. Veget. |
| Tangermünde | 52.33 | 9.39 | 130 | 9. 5 | 5 J. 1821—25 obs. Stöpel 8, 12, (2), 6 u. 10h. Kretschm. Zeitschr. I. Nach Salzufl. corr. In Stöpel's Tangerm. p. 17. steht 10° (? J.), vgl. Magdeb. Zeitg. 1835. |
| Berlin | 52.31 | 11. 3 | 110 | 9. 1 | {15 J. 1821—35 tägl. Extr. obs. Mädler. Derselbe Med. geben 1824—35 (Astr. Jahrb. (1839 p. 308.) u. 100 j. Beob. (Bergh. Ann. XII.). Aus 85 J. vor 1821, 8°.94 (8, 1 u. 11h bes., versch. Beob. namentl. Gronau; vgl. Mag. d. Ges. naturf. |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | Freunde z. Berl. 1807 p. 132.; fg. Jhrgge); aus 13¾ J. seit 1821: 8°.85 tgl. Extr. obs. Mädler in Prov. Blätt. f. Brandenb. 1834 p. 51. 25 J. 1801—21 obs. Gronau (8, 1 u. 11h) u. 1822—25 (Ext.) 8°.6; W.—0.7; S.17.6. AeltereBerechn. setzen die Tp. herab auf 8°.1 (in Schübler Met.) u. 7°.9 (Kämtz' Taf.). Mädler Vers. einer tab.-graph. Darst. d. Witt. Berl. 1825, 27 u. d. neueren Beob. L'Instit. 1836 N. 178. W. — 0.6 ; S. 17.8 (13¾ J.), — 1.0 ; 17.2 (20 J. corr.), — 1.2 ; 17.9 (25 J.). 10 b. 38, J.: 8°.7; $\frac{-W.-0.9}{S.\ 18.0}$ Schum. Jhrb. |
| Minden | 52.18 | 6.35 | 200 | 9. 2 | 5 J. Sept. 1814—19. Hertha I. |
| Braunschweig | 52.15 | 8.12 | 300 | 9. 9 | 3 J. 1824—26 obs. Thomas tgl. Extr. Mitgeth. v. Lachmann Flora Brunsvic. I. |
| Rinteln | 52.11 | 6.43 | 180 | 9. 4 | 3 J. 1823—25 obs. Garthe, 8, 12 u. 10h, aus d. gleichzeit. Beob. zu Salzufl. zum 16-j. Med. (1822—37) corr. Bergh. Ann. 17. Bd. |
| Salzuflen | 52. 5 | 6.25 | 300? | 9. 3 | 16 J. 1822—37 obs. R. u. W. Brandes. Wahres Medium. Bergh. Ann. 17. p. 533. W. + 1.5; S. 17.3. k.M. — 0.6; w.M. 18.1. |
| Münster | 51.58 | 5.18 | 190 | 9. 5 | 9 J. 1818—26 obs. Roling, 6, 2, 10h, geben wahres M. W. + 2.0 (+ 1°.9 corr.) S. 17.0 (desgl. corr.) Mitth. des Hrn. Humb. Abhandl. der ärztl. Gesellsch. zu Münster. 1827. |
| Clausthal | 51.49 | 8. 0 | 1750 | 4. 9 | 10-jähr. Beob. Ohne nähere Angabe in Zimmermann's Harzgeb. Th. I. |
| Brocken | 51.48 | 8.17 | 3500 | +1. 0 | 1 J. 1838 obs. Nehse, 6, 2 u. 10 h. (Berlin's Med. = 7°.0, also viel zu niedrig.) |
| Sagan | 51.39 | 12.59 | 380 | 8. 8 | 7 J. Beob. in d. Manh. Eph. nach Schön's Witt. W. — 2.6; S. 18.2. |
| Göttingen | 51.32 | 7.36 | 480 | 8. 3 | Zeit? Mayer nach v. Humb. l. isoth. Tabl. W. — 0.9; S. 18.2. — Dasselbe Jahresmittel setzt Harding nach späteren Beob. auf dem Observat. (Zeit? Ist es aus den Mg.-Beob. 8h ber., so ist es um 0°.4 zu klein); seine Beob. in der Stadt geben dagegen 9°.4 (Std.?). Hdschr. Mitth. d. Hrn. v. Humb. |

| Ort. | N. B. ° ′ | P. L. P. ° ′ | Höh. P. F. | M. Jahr. Tp. ° C. | Zeit der Beobachtung etc., Winter- und Sommertemperatur. |
|---|---|---|---|---|---|
| Halle | 51.30 | 9.38 | 340 | 8. 5 | 5 J. 1819—23 (ausser Juni — Aug. 1823) obs. Winckler Gilb. Ann. 1819 fg. nach Chimin. v. Schouw (Vejrl. Danm.) corr. Nicht ganz sicher wegen der Beob.-Local, 9°.2 hat Muncke Gehl. W. 9. I; 9°.5 Ehrenheim. (Zeit?) |
| Leipzig | 51.20 | 10. 2 | 320 | 9. 9? | 2 J. 1821 u. 22 obs. Schmidel, 8, 1 u. $10^h$. Corr. wegen der Beobzeit und der Abweichung nach den Mitteln für Berlin. Zu hoch. Vergl. Stat. Mitth. Sachs. XI. |
| Elberfeld | 51.15 | 4.50 | 400 | 9. 1 | 12 J. 1818—29 obs. Rauschenbusch; 8, 2 u. $8^h$ Med. 10°.0 corr. nach Pad. und Leith, mitgeth. v. Benzenberg in Kastn. Arch. V.; ber. v. Förstemann. Bergh. Ann. V. 327. W. + 2.3; S. 15.9 (corr. Med.) |
| Düsseldorf | 51.14 | 4.27 | 150 | 9. 5 | 9 J. 1810—1818 obs. Rösseler, um 8, 2 u. $8^h$; Kastn. Arch. 5. Bd. Corr. nach Padua u. Leith. Bergh. Taf. hat 10°.6 (Mädler im Düsseld. Wochenbl.). |
| Meissen | 51.10 | 11. 6 | 350 | 8. 8 | 2 Jahre. Corr. a. 11.2, Mittagsbeob. v. Wunder. Unsicher. (Bergh. Annalen: 9°.6.) Nach Bergh. Länderkunde. 4. Bd. Stat. Mitth. XI. |
| | | | | | Mühlhausen 51° 13′ u. 8° 9′ ö., 645′ h. 1 J. 1837 (stdl. Beob.): 8°.0; Med. v. März 18$\frac{37}{38}$ nur 6°.6. Obs. Graeger. Pogg. 46. |
| Breslau | 51. 6 | 14.42 | 430 | 8. 1 | 18 J. 1812—1829 obs. Jungnitz, a. 6, 2 u. $10^h$. Mitgeth. in Bergh. Ann. 1830. Prudlo Schles. Höhenmess. 1837. — Nach Göppert (Wärme-Entwickl. p. 69.): 8°.3. — W. — 1.0; S. 17.3 (10 J. corr.). |
| Dresden | 51. 3 | 11.23 | 370 | 8. 3 | 11 J. 1827—37 obs. Lohrmann um 6, 9, 12, 3, 6 u. 9 $^h$, auf wahre Med. red. Bergh. Ann. a. 9. J.: W. — 0.7; S. 17.9. — 24 J. 1812 — 35 obs. Winkler, Wiemann und Lohrmann geben 9°.4 unc.! Bergh. 3 Sendschr. Stat. Mitth. Sachs. 1839. Liefr. XI. |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Schöndorf | 51. 1 | 9. 0 | 1000 | 7. 5 | 10 J. nach Schrön's Mitth. Wahres Med. Schübl. Met. Temp.-Taf. W. – 2.4; S. 16.0 (Beob. d. met. Vereins in S.-Weimar (1822–27 geben 9°.1.) |
| Eisenach | 50.59 | 8. 0 | 680 | 7. 5 | 1822–27 (nur ein kalter Winter) geben 9°.15; nach 10-jähr. Beob. in Schöndorf verbess. Kastn. A. 25. |
| Erfurt | 50.59 | 8.42 | 640 | 9. 0 | 17 J. a) 8 J. a. Manh. Eph. in Schübler Met. Taf. und 1817–25, beob. um 8, 2 u. 10, nach Chim. corr.; in Bergh. Ann. I. W. – 0.5; S. 18.6 (8 J.). |
| Weimar | 50.59 | 9. 0 | 650 | 9. 7? | 6 J. 1822–27 (nur ein kalter Winter! Med. 10°.3 Schrön met. Beob. in S.-Weimar. Corr. nach Jena f. 10 J., desshalb etwas zweifelhaft. v. Hoff Höhenmess. in Thür. I. p. 127. Bergh. Ldk. IV. p. 364. giebt 8°.9. |
| Wartburg | 50.58 | 7.58 | 1270 | 7. 9 | 6 J.? (9°.1) Desgl. Eben so corr. |
| Gotha | 50.57 | 8.23 | 950 | 7. 3 | 8 J. 1829–36; zu niedrig? 4 J. 1828–32: 8°.4; obs. v. Hoff; Sonnenaufgang, 6, 8, 2 u. 8; wahres Med. Kastn. Arch. VI. etc. Bergh. Ann. W. – 1.3; S. 15.5. |
| Jena | 50.56 | 9.47 | 500 | 8. 7 | 13 J. 1822–35 obs. Schrön 8, 2 u. 8; auf wahre Med. red. th. von Schübler Met. Taf.; Met. Beob. in Sachs.-Weim., Kastn. Arch., N. Act. Acad. Leop. Car. XVII. sq. W. –0.7; S. 16.4 (10 J. Sch.). Altstädt: 430′, 1822–27?: 10°.7, corr. wie Weimar 9°.3. |
| Weesenstein | 50.56 | 11.31 | 520 | 8. 0 | 3 J. 1830–32 Mittagsbeob. v. Lohdius, nach Chim. corr. Bergh. Ann. 17. Stat. Mitth. |
| Freiberg | 50.55 | 11. 0 | 1240 | 7. 2 | 9 J. 1829–37 obs. Reich, 9, 12 u. 3 auf wahre Med. red. Bergh. Ann. 17. W. – 1.8; S. 15.8 (7 J.). Stat. Mitth. XI. |
| Zittau | 50.54 | 12.28 | 760 | 7. 6 | 10 J. 1828–37 obs. Dreverhoff um 9, 12, 3 u. 9h, 1828: 8, 12, 2 u. 10h. Auf wahre Med. red. a. 8°.2. Stat. M.; Bergh. Ann.: W. – 1.0; S. 16.6 (9 J.). |

| Ort. | N. B. ° ′ | Ö. Lge. Par. ° ′ | Höh. P. F. | M. Jahr.-Tp. ° C. | Zeit der Beobachtung etc., Winter- und Sommertemperatur. |
|---|---|---|---|---|---|
| Chemnitz | 50.51 | 10.35 | 930 | 8.2 | 1 J. 1830 Mittagsbeob. Bergh. Ann. 7; nach Salzuflen corr. (zweifelhaft). Das J. 1825 giebt corr. n. Salz. 9°.3 obs. Kretschmar. Zeitschr. f. Met. I. Vergl. Stat. Mitth. XI. |
| Arnstadt | 50.50 | 8.37 | 900 | 8.2 | 10 J. 1823—32 obs. Lucas um 8, 2, 8h nach Salzuflen corr. Kastn. Arch. VIII. W. −0.8; S. 17.8 (corr.) |
| Marburg | 50.48 | 6.30 | 710 | 8.8 | 12 J. 1817—28 obs. Gerling (in versch. Std.) tgl. 3mal; von Berghaus auf wahres Med. red. Ann. 17. W. + 1.3; S. 16.6. |
| Altenberg | 50.45 | 11.23 | 2320 | 6.4 | 5 J. 1830—34 obs. v. Holtzendorf, Schütz u. Pilz um 9, 12 u. 3. Auf wahre Med. red. v. Bergh. Ann. 17. W. −3.5; S. 12.2. |
| Ilmenau | 50.41 | 8.37 | 1420 | 8.8? | 6 J.? Wie bei Weimar. Bergh. Ldk. IV. p. 364 nur 7°.3. |
| Lichtentanne | 50.41 | 10. 6 | 1010 | 7.9 | 1 J. 1830 Mittagsbeob. corr. nach Salzuflen. S. Chemnitz.<br>Frankenheim: 2300′ h. 1825: 7°.3; f. 10. J. (n. Arnstadt) corr. 6°.3. |
| Meiningen | 50.35 | 8. 4 | 900 | 8.0 | Zeit etc.? Bergh. Temp. Taf. (Länderk. I.) |
| Annaberg | 50.35 | 10.41 | 1800 | 7.0 | Zeit etc.? desgl. |
| Fulda | 50.34 | 7.24 | 830 | 8.3 | 11 J. obs. Steller nach Schübl. Taf. Met. W. −2.6; S. 18.7. |
| Oberwiesenthal (Erzgeb.) | 50.25 | 10.38 | 2780 | 4.1 | 5 J. 1830—34 Mittagsbeob. v. Axt, corr. — Bergh. Ann. 17. Stat. Mitth. XI. |
| Köthen | 50.22 | 7.30 | . . . | 9.6 | 1 J. 1826; wegen d. Abweich. d. J. corr. ist d. Med. 10.0? Jahrber. d. phys. Ver. z. Frankf. |
| Koburg | 50.15 | 8.38 | 680 | 7.8 | v. Hoff Höhenmess. in Thüringen 1833. p. 127. |
| Pless | 49.58 | 16.20 | 820 | 8.9 | 2 J. obs. Schäffer (8°.3) mitgetheilt von v. Sydow Karp.; corr. nach den gleichzeit. Beob. in Breslau f. 18 J. (unsicher). |
| Troppau | 49.46 | 15.35 | 800 | 9.1 | Nur 1 J. 1827. Std.? Kastn. Arch. XV. p. 197. Nach Sommer Oestr: 8°.4. |

## VI. Böhmen und Mähren*).

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Schluckenau | 51. 1 | 12. 7 | 990 | 7.9 | 4 J. 1830—33 obs. Burggr. Holfeld. Scheint nicht mehr zur klimat. Gruppe Böhmens zu gehören. |
| Rumburg | 50.57 | 12.13 | 1140 | 7.0 | Mehrere J. obs. Melzer, nach Sommer's Böhmen I. — 1826 u. 27 geben 7°.6. |
| Tetschen | 50.47 | 11.52 | 290 | 8.7 | 4 J. 1830—33; 1829 hinzuger., sinkt d. Med. auf 8°.4; obs. Seidl Zeit der tgl. Extr. Im engen Elbthale, fast von allen Seiten v. Bergen umschlossen. Sommer-Med. (6 J.) 18°.5. |
| Schneekoppe | 50.44 | 13.24 | 4960 | +0.2 | Nach Siebenhaar's Beob. Zeit? |
| Wiesenbaude | 50.43 | 13.20 | 4350 | +1.9 | Nach Schlums Mittheil. in Sommer's Böhmen III. Zeit? |
| St. Peter | 50.41 | 13.18 | 2420 2560 ? | 5.7 | 3 J. 1830—32; 1829—32 geben 5°.5 und W. —3.7; S. 14.0 (1828—32). Obs. Schlums. Freie Lage geg. S., gegen nördl. Winde geschützt. |
| Hohenelbe | 50.38 | 13.14 | 1400 | 6.7 | 12 J. 1822—33 obs. Justiz. Lamb. W. —2.9; S. 15.5. N. Sommer 6°.4. |
| Schüttenitz | 50.33 | 11.50 | 680 | 9.3 | 8 J. 1822—29. W. - 0.8; S. 19.1. Nach 43 J. 1786—1829 obs. Canon. Kreybich ist d. Mitt. 9°.4; Sommer's Böhmen I. Durch hohe Geb. geg. Nordwinde geschützt, am südl. Abhange. |
| Leitmeritz | 50.32 | 11.48 | 360 | 9.0 | 4 J. 1830—33. |
| Rotenhaus | 50.31 | 11. 7 | 1170 | 7.8 | 7 J. 1827—33 obs. Kapl. Lehmann. W. —3.1; S. 17.4. |
| Gitschin | 50.26 | 13. 1 | ... | 9.0 | ? J. etc. Sommer's Böhmen III. |
| Jungbunzlau | 50.24 | 12.34 | 700 | 9.4 | 3 J.: 1817—19. Wohl etwas zu hoch. Sommer II. |

*) Die Beob. wurden, wenn nichts Anderes bemerkt ist, mit verglichenen Instr. unter Anleitung der Astronomen in Prag angestellt; Med. der Std.: Sonnenaufg., Mittag (2—3) u. ⊙untg. (zu hoh. Med.), oder nur Zeit d. Extr. Die Res. jährlich mitgeth. David's Nachr. v. d. Wittr.-Beob. in Böhmen 1825; Böhm. Ges. Wiss., Ldw. Abhdl. Aus den einzelnen Jahren von mir ber.

| Ort. | N. B. ° ′ | Ö. Lge. Par. ° ′ | Höh. P. F. | M. Jahr.-Tp. ° C. | Zeit der Beobachtung etc., Winter- und Sommertemperatur. |
|---|---|---|---|---|---|
| Saaz | 50.20 | 11.13 | 790 | 8. 7 | 10 J.: 1822—25, 27, 29—33 obs. versch. Kaplane. W. — 1.4 ; S. 17.9. |
| Zlonitz | 50.17 | 11.46 | 560 | 8. 8 | 6 J. 1822—27 obs. Kostelniczek. Im N. offne Lage gegen Böhmens Geb. |
| Königgrätz | 50.13 | 13.30 | 700 | 8. 2 | 6 J. 1826—28, 31—33 obs. d. Prof. Tausch u. Lhotsky. W. — 1.7 ; S. 17.7. Nach Sommer 8.4. |
| Smetschna | 50.11 | 11.42 | 1080 | 7. 8 | 6 J. 1828—33; ohne 1829: 8°.2; obs. d. Geistl. Lischka u. Kremer. |
| Eger | 50. 5 | 10. 2 | 1320 | 7. 1 | 8 J. 1825—33; ohne 1829: 7°.4; obs. Apoth. Köhler. W. —3.2; S. 16.4. (9 J.) |
| Prag | 50. 5 | 12. 5 | 590 | 9. 6 | 21 J. a) 4 J. obs. Struad, Manh. Eph.; b) 11 J. 1817—27 (W. —0.2 ; S. 19.9) a. Hallaschka's Samml. astr., met. Beob. z. Pr. u. spät. Beob. bis 1833 v. d. Astr. Die Zeiten versch., meist ☉aufg., 2 oder 3 u. 10h Ab., daher Corr. nothwendig. Nach David a. 19 J. 9°.9, W. — 0.2; S. 19.8; dasselbe Jahresmed. geben 37 J. nach Schottky's Prag. I. — 1822—33 geben W. — 1.0 ; S. 19.0. Böh. Ges. d. Wiss. — Im tiefen Thale. |
| Schopka | . . . | . . . | 490 | 10. 1 | Bei Melnik. Zeit? Nach David. |
| Marienbad | 49.59 | 10.22 | 1850 | 7. 0 | 2 J.; 1829 hinzuger. gäbe nur (3jähr. Med.) 6°.2. Franzensbad: 7°.5. David Trig. Vermess. d. Egerlandes p. 67. Nach 2j. Beob. Felbingers ist die Wärme ½° grösser als in Stift Tepl, also nur 6°.7. |
| Stift Tepl | 49.58 | 10.33 | 1970 | 6. 2 | 11 J. 1822—32 obs. die Stiftsgeistlichen. Ganz frei nach N. W. —2.9 ; S. 14.7. |
| Landskron | 49.55 | 14.17 | 1020 | 8. 8 | 12 J. 1822—33 obs. Erxleben W. —2.6 ; S. 17.5. |
| Kuttenplan | 49.54 | 10.25 | 1560 | 7. 1 | 1 J. 1825: 7°.6. Nach St. Tepl's (11 J.) Beob. corr. |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Zbirow | 49.52 | 11.26 | 1520 | 7.3 | 3 J. 1825—27, obs. Kapl. Pech. |
| Brzezina | 49.49 | 11.18 | 1460 | 6.6 | 4 J. 1828—30 u. 33, ohne 1829: 7°.0 obs. Direct. Pauk (Graf C. Sternberg). |
| Pilsen | 49.45 | 11. 3 | 880 | 8.5 | 9 J. 1822—30 obs. Prof. Tschamler; dessen ältere 17j. Obs. geben 8°.6. W. —2.2; S. 18.4 (9 J.). — Krukanitz hat nach David 8°.1 Med. |
| Deutschbrod | 49.36 | 13.15 | 1240 | 7.6 | 6 J. 1828—33. Ohne 1829: 8°.0 obs. Präfect Danjček. W. —2.7; S. 16.9. |
| Brzeznitz | 49.34 | 11.37 | 1380 | 7.7 | 10 J. 1824—33 obs. Arzt Ferschmann. W. —1.9; S. 16.8. |
| Seelau | 49.32 | 12.53 | 1170 | 7.5 | 3 J. 1831—33 obs. Bibl. Rösler. |
| Olmütz | 49.30 | 14.50 | 650? | 9.1 | 5 J. ältere Beob. nach v. Liechtenst. Oestr. II. u. Sommer Oestr. 1839. |
| Tabor | 49.24 | 12.19 | 1300 | 8.0 | 11 J. 1822—28, 30—33 obs. Arzt Mayer. W. —3.0; S. 18.0. |
| Schüttenhofen | 49.15 | 11.10 | 1350 | 8.3 | 4 J. 1822 - 25 im Mittel 8°.6; corr. nach Tabor. |
| Rehberg | 49. 6 | 11. 7 | 2540 | 5.6 | 5 J. 1828, 30—33; 1829 mitger. giebt J. 5°.4 u. W. —3.8; S. 14.4; obs. Pfr. Prinz. |
| Neubistritz | 49. 2 | 12.47 | 1910 | 5.8 | 5 J. 1828, 30—33; 1829 hinzu giebt als 6jähr. Mittel 5°.4; W. —5.0; S. 14.5; (W. nur 5 J., S. a. 6 J.); obs. Oberförst. Wander. |
| Budweis | 48.59 | 12. 8 | 1150 | 8.5 | 2 J. 1828 u. 29: 7°.8; nach 12 J. zu Landskron corrig.; obs. Hauptm. Jüttner u. Prof. Koydl. |
| Krumau | 48.49 | 11.59 | 1550 | 8.4 | 2 J. 1832 u. 33. |
| Hohenfurth | 48.37 | 12. 0 | 1710 | 6.6 | 8 J. 1824, 27—33 obs. Cisterz.-Priest. Schmidt u. Arzt Nenninger. W. —3.8; S. 16.1. |
| | | | | | Brünn in 49° 12′ n., 14° 16′ ö. soll nach Sommer 11°.9 (?) haben. Viele seiner Angaben für andre Orte stimmen nahe mit den von mir gefundenen Mitteln überein. |

## VII. Süddeutschland.

| Ort. | N. B. ° ′ | Ö. Lge. Par. ° ′ | Höh. P. F. | M. Jahr.-Tp. ° C. | Zeit der Beobachtung etc., Winter- und Sommertemperatur. |
|---|---|---|---|---|---|
| Frankfurt a. M. | 50. 7 | 6.21 | 360 | 9. 8 | 32 J.: a) 12 J. 1827—38 um 9, (12), 3 u. 10h. Obs. des physik. Vereins. Med. 10°.4 nach Salzuflen corr.; b) dasselbe Med. (corr.) gehen 20 J. 1758—77 obs. Meermann ber. v. Thilo; W. + 1.4; S. 18.3; 10 J. der letzteren gaben Schübler 10°.0; 1826—29 obs. Claepius (nicht ganz zuverlässig: 9°.9 (Cl. schätzt d. Med. 9°.4). Kriegk nimmt a. 12 J. seit 1826 als Med. 9°.6 an, doch war die tgl. Beobzeit nicht dieselbe, und die ersten Jahre sind nicht so genau als die obigen J. — Ueber Meermann's th. Beob. v. Thilo 1821; Jahrb. d. physik. V. z. Fr. I. 39 etc. Kriegk Phys.-geogr. Beschr. v. Frkf. 1838, p. 46 u. in Mitth. üb. phys.-geog. Verh. v. Fr. v. geogr. Verein das. 1839, p. 11. |
| Redwitz | 50. 0 | 9.45 | 1600 | 6. 5 | Nur 1 J. 1823 obs. um 7, 1 u. 9h; Med.: 8°.0 wegen d. Std. u. nach 19-jähr. Beob. zu Bayreuth v. Bergh. (Ann. IX.) corr. |
| Bayreuth | 49.57 | 9.16 | 1050 | 7. 8 | 18½ J. 1814—32 obs. Gerstner; 7 (8), 1 u. 9 (10)h; Med.: 7°.9 nach Pad. und Leith corr. W. + 1.7; S. 16.0 (corr.), + 1.2; 16.5 (uncor.). $\frac{\text{k. M.} - 2.8}{\text{w. M.} \quad 17.2}$ (uncorr.). Bergh. Deutschl. Höhen 2. Ausg. |
| Würzburg | 49.48 | 7.36 | 530 | 10. 0 | 27—29 J. (bis 1836?) corr. Med. aus 10°.37 (Würtb. Corresp. 1837 II. 250.) 17—18 J. Manh. Beob., Engel u. Schön; a. 3tägl. Beob. (Schön seit 1813: 7, 2 u. 9) corr. M. = 10°.1, Kastn. Archiv Met. X. p. 167.; Schübler Met.; Kämtz a. 11 J. 10°.4 (Schön Witterkde.) Schön a. 16 J.: 10°.4 (uncorr.) Zeitsch. f. ges. Met. I. 30. |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Trier | 49.46 | 4.20 | 480 | 9.8 | W. + 0.7 ; S. 19.1 (18 J.) + 1.6 ; 18.6 (corr. a. 27—29 J.) Lage in einem Kesselthale. 20 J. a) 9 J. obs. Delamorre (Med. 9°.9 Schübl. Met.), u. b) 11 J. 1806—16 obs. Grossmann 3mal tägl. Std? mit einem nicht ganz genauen Therm.; ber. v. Steininger Hertha. Bd. X. W. + 1.8 ; S. 17.8 (11 J.). |
| | | | | | Wertheim a. Main 49°.46′ n. 6°.44′ ö. 400′ h. 10°.2 ⎫ Boxberg 49°.30′ - 7°.18′ - 800′ - 9°.1 ⎬ Jahre und Std? Nach Bergh. Länderk. Bd. IV. Mergentheim 49°.30′ - 7°.26′ - 620′ - 12°.2 ⎭ |
| Manheim | 49.29 | 6. 8 | 280 | 10.3 | 12 J. 1781—92 obs. Hemmer Manh. Eph., 7, 2 u. 9h, ber. von Kämtz (Taf. d. Tp.); 8 J. geben auf wahre Med. red. nur 9°.9. Schön Witterkde, Schübl. Met. W. + 1.5; S. 19.5 (12 J.). |
| Heidelberg | 49.24 | 6.22 | 310 | 10.0 | 19 J. 1818—36 obs. Muncke um 9 u. 9h, red. auf wahr. M. Dasselbe Med. giebt Leonhard a. 16 J. ohne nähere Angabe. Fremdenf. I. Abth. Muncke in Gehler's Wörtb. IX. Th. 1. Temp.-Taf. — Med. aus 9, 2¼ u. 9h dieselb. 16 J. = 11°.0. Ebd. p. 426. |
| Schönthal | 49.21 | 7.12 | 660 | 9.6 | 7 J. 1831—37 obs. Mag. Wunderlich 7, 2 u. 9h. Nicht corr. wegen der Beobstd. wie alle folgenden Beob.-Oerter des Würtemb. meteor. Vereins, da die Corr. für hochgelegene Punkte unsicher scheint und diese Angaben vielleicht oft kaum um 1 oder 2 Zehntel vom wahren Med. abweichen. Jährl. in Corresp.-Blätt. d. Würtb. Ldw. Ver. Die Bearb. der Vereinsbeob. rührt von Schübler u. Plieninger her. |
| Heilbronn | 49. 8 | 6.58 | 490 | 10.5 | Nur 1 J. 1832, welches nach Stuttg. noch um 0°.5 zu niedriges Med. hat. Würtb. Met. Ver. |
| Rossfeld (bei Crailsheim in:) | (49.8) | (7.45) | 1110 | 8.0 | 3 J. 1834, 35 u. 37 obs. Pfarrer Bürger. Nach Westheim um 0°.1 (gegen 7 J. Med.) zu niedrig wegen d. Beob.-Jahre. |

| Ort. | N. B. ° ' | Ö. Lge. Par. ° ' | Höh. P. F. | M. Jahr.-Tp. ° C. | Zeit der Beobachtung etc., Winter- und Sommertemperatur. |
|---|---|---|---|---|---|
| Westheim (bei Hall in:) | (49.7) | (7.30) | 1000 | 9. 1 | 7 J. 1831—37 obs. Pfarrer Reiniger. Würtb. Met. V. |
| Bönningheim | 49. 2 | 6.45 | 650 | 10. 1 | 1 J. 1826 giebt in Stuttg. vielj. Med. Würtb. M. V. 1825: 11°.3. |
| Karlsruhe | 49. 1 | 6. 5 | 350 | 10. 0 | 38 J. 1798—1835 obs. Böckmann, Wucherer u. Stieffel, 7(6—8), 2(—3) u. 9(—11)h ber. v. Eisenlohr Kl. v. Karlsr. 1832 Kastn. Arch. u. Pogg. Ann. XLI. Corr. n. Pad. u. Salzufl. Fast dasselbe Med. geben schon 18 J. 1807—24 und 20 J. Böckm. Beob. (bei Schübl. Met.). In Gehler's Wörtb. 9. I. wird a. 40 J. M. = 10°.5 angegeben. W. +1.1; S. 18.9 a. 38 Jahren. |
| Regensburg | 49. 1 | 9.46 | 1030 | 8. 6 | 59 J. 1773, 74, 77—80, 82—1834 obs. Heinrich u. v. Schmöger: a. 5—8 Beob. tägl. nach Chimin. auf wahr. Med. red. Dasselbe Med. geben 50 J. Obs. Heinrich's; 1807—24 liefern nur 8°.1. — W. — 1.5; S. 17.9. k. M. — 3.1; w. M. 19.6. Schweigger Journ., Kast. Arch. u. Schmöger Met. Beob. zu Reg. I. |
| Frauenau | 49. 0 | 11. 0 | .... | 7. 7 | 1 J. 1789, welches in Baiern nahe vielj. Med. giebt; obs. 7, 2 u. 8—9h. Bai. Met. Eph. |
| Ellwangen | 48.58 | 7.47 | 1380 | 7. 7 | 3 J. obs. Schübler ⊙aufg. u. 2h. Memminger Würtb. Jahrb. f. 1823 p. 154. |
| Pforzheim | 48.54 | 6.22 | 800 | 9. 0 | ? Jahre etc. Bergh. Ldk. Bd. IV. |
| Ludwigsburg | 48.53 | 6.51 | 950 | 10. 1? | 6 J. 1832—37 obs. F. Binder. Würtb. Met. V. Sonnenwirkung scheint statt gefunden zu haben. |
| Schorndorf | 48.48 | 7.12 | 770 | 10. 4 | 6 J. obs. Rösch a. ⊙aufg. u. 2h. Memminger l. c. |
| Ober-Urbach | 48.48 | 7.13 | 860 | 8. 9 | 3 J. 1827, 31 u. 32 obs. Steudel. Würtb. M. V. |
| Dorf Wangen | 48.46 | 6.55 | 850 | 9. 4 | 13 J. 1825—37 obs. Pfarr. Rösch. Corr. Med. = 9°.1; 7 J. 1831—37 geben dass. M. Würtb. Met. V. |
| Stuttgart | 48.46 | 6.57 | 760 | 9. 8 | 43 J. 1795—1837 (Beob. im schwäb. Merk.), 7, 2 u. 9h; corr. Med. Die 30 J. |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | 1795—1824 geben $9^{0}.9$; 7 J. 1828—34 um 7, 2 u. 9h $7^{0}.79$ R., corr. $7^{0}.68$, in denselben J. aus d. tägl. Extr. $7^{0}.69$ R. Corresp.-Blätter d. Würtb. Ldw. V., Plieninger's Zusammenstellung im 10. Jahresb. üb. d. Wittr. in Würtbg. 1834 fg. 14 J. Beob. v. Plieninger u. Schübler geb. corr. ebf. $9^{0}.8$ (Sch. Met.). W. + 1.0; S. 18.3 (40 J. corr.); + 0.6; 18.7 (14 J. c.). Stagnation der Luft durch die eingeschlossene Lage des Stuttg. Thals. |
| Ingolstadt | 48.46 | 9. 5 | 1180 | 8. 4 | 16 J. 1782—97 a. 8—10 tägl. Beob. (Std.?) ber. v. Heinrich. Zach mon. Corr. f. Erdkde. |
| Niederaltaich | 48.45 | 10.40 | .... | 10. 9? | 8 J. 1782, 83, 86—91; 1789: $10^{0}.5$. Ber. v. Heinrich l. c. Bair. Eph. |
| Winnenden | 48.42 | 7. 3 | 860 | 9. 5 | 3 J. 1827, 36 u. 37 obs. Palmer u. Wunderlich. Würtb. Met. Ver. |
| Weyhenstephan | 48.40 | 9.45 | .... | 8. 7 | 1 J. 1789. S. Frauenau. |
| Giengen (a. d. Brenz) | 48.37 | 7.55 | 1480 | 8. 4 | 18 J. 1820—37 obs. Pfarr. Binder tägl. Extr. (auch 7, 2 u. 9h) Corr. 10 J. bis 1834 geben $9^{0}.0$. 7 J. 1831—37 geben aus d. Beob. um 7, 2 u. 9h: $8^{0}.5$. Plieninger l. c., Jahresberichte v. Würtb. V., Kastn. Archiv Met. XV. etc. |
| Bebenhausen | 48.34 | 6.42 | 1150 | 7. 8 | 3 J. 1825—27 obs. Gärtn. Ammermüller. Würtb. Met. V. Scheint unzuverlässig. |
| Nagold | 48.33 | 6.24 | 1250 | 8. 8 | 3 J. 1825—27 obs. Apoth. Zeller. Ebdas. |
| Tübingen | 48.31 | 6.43 | 1020 | 8. 5 | 14 J. 1819—29 ($8^{0}.6$) u. 1830—33 obs. Schübler a. d. 2 tägl. Extr. (☉aufg. u. 2h) auf Med. red. Sch. Met. Temp.-Taf., Memm. Würtb. Jahrb. u. Corresp.blätter. W. — 0.3; S. 17.0 (10 J.). |
| Rottenburg | 48.28 | 6.37 | 1060 | 8. 4 | Zeit? Memm. Rott. p. 52. |
| Genkingen | 48.25 | 6.50 | 2410 | 6. 8 | 7 J. 1820 bis Juli 1826 obs. Klemm Morg. (versch. n. d. Jahreszeiten), 2 u. 9h Corr. n. Chimin. Kern Dissert., abgedr. in Kastn. Arch. IV. W. — 1.6; S. 14.8. Schwäb. Alp. |
| Augsburg | 48.22 | 8.34 | 1520 | 8. 0 | 22 J. 1813—34 obs. Stark 7, 2 u. 9h; Med. $8^{0}.3$ auf wahr. Med. red. Schübler a. 16 J.: $8^{0}.1$ (Met. Temp.-Taf.); 1828—34, 7 J.: uncorr. $8^{0}.0$. D. Therm. in d. Sonne |

| Ort | N. B. ° ′ | Ö. Lge. Par. ° ′ | Höh. P. F. | M. Jahr.-Tp. ° C. | Zeit der Beobachtung etc., Winter- und Sommertemperatur. |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | zeigte im 22-j. Med. 10.9. – W. – 2.0; S. 17.1 (7 J.). 0.0; 20.2 (dieselben J. in der Sonne); – 1.1; 16.8 (20 J. red.) |
| Linz | 48.19 | 11.57 | 670 | 9. 5 | Zeit? Nach v. Liechtenst. Östr. I. (Bergh. Taf., Sommer Östr.) |
| Rottweil | 48.15 | 6.17 | 1850 | 6. 7 | 4 J. obs. v. Drey, ⊙aufg. u. 2h. Memm. l. c. |
| Wien | 48.13 | 14. 2 | 500 | 10. 5 | 12 J. a. d. Manh. Eph. u. v. Littrow 3mal tägl., corr. v. Schübler; nach Kämtz 10°.4. — 17 J. 3 tägl. Beob. v. Triesnecker, v. Heinrich ber. Med. = 10°.8; Zach mon. Corr. XXV; 8 J. 1775—77, 81—83 Std.? (Schön Wittrkde.) u. 1825 u. 28 (wahre M.) geben 10°.6; 12 J. 1821—32 Beob. auf d. Sternw. um 8, 3 u. 10h Med. 10°.3, nach Pad. oder Salzufl. corr. gaben mir nur 9°.9! dagegen 50 J. nach v. Littrow 10°.9, W. + 0.5; S. 20.4 (W. + 0.2; S. 20.3 a. 14 J. Schübl.), ohne nähere Angabe der Zeit u. Corr.-Methode (?) nach Zahlbruckner's Angabe in Beitr. z. Landesk. Oestr. unt. d. Enns. Vergl. Cotte II. 589. Die älteren Beob. scheinen nicht zuverlässig. S. Temp.-Taf. v. Schübl., Kämtz, Ann. d. Wiener Sternw., Baumg. Zeitsch. f. Physik. |
| Fürstenfeldbruck | 48.12 | 8.54 | 1660 | 9. 4 | 1 J. 1789. S. Frauenau. |
| Raitenhaslach | 48.10 | 10.30 | .... | 9. 2 | Dessgleichen. |
| München | 48. 2 | 9.14 | 1570 | 9. 1 | 32 J. a) Beob. d. Manh. Soc. 7 J. 1782—88, 7, 2, 8—9h, nach Chim. corr. 8°.8. W. – 1.1; S. 18.2. b) 27 J. 1805—29 obs. Häberl 6, 1—2, 9h, deren Med. 9°.16. 1781—94 (13 J.) obs. Imhof ergeben auch 9°.1 uncorr. — Ber. |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | Hort. bot. Monac. 1825 p. 10. Bayr. Annal. 1832, Gel. Anzeig. *) |
| **Biberach** | 48. 6 | 7.27 | 1640 | 9. 2 | 4 J. 1831—34 obs. Prof. Pross. Würtb. M. V. Memm. Bib. p. 17. |
| **Siegmaringen** | 48. 5 | 6.53 | 1810 | 9. 0 | 8 J. 1830—37 obs. Forstmeister Karl, 7, 2 u. 9h; — 3 J. früher obs. Mezler ⊙fgg u. 2h: 7°.5, Memminger l. c. Nach Padua corr. wäre das 11jähr. Med. nur 8°.4. Würtb. Met. Ver. |
| | | | | | Endingen, Lage? 1600′ h.: 9°.6; 1834—36, 3 J. obs. Pfarr. Memminger. Würt. M. V. |
| Schwenningen | 48. 4 | 6.13 | 2180 | 7. 7 | 4 J. 1834—37 obs. Dr. Rösch. Würt. M. V. |
| **Freyburg in Würt.** | 48. 4 | 5.33 | 860 | 9. 8 | 7 J. 1808—14 obs. Wucherer u. Schreiber nach ⊙fgg., nach d. Culmin. u. nach ⊙untgg. Progr. v. Freyb. 1818 (Schr. Freyb. 1825. Memm. Jahrb. 1823, Heunisch Beschr. v. Baden 1836 p. 46). |
| **Kremsmünster** | 48. 3 | 11.48 | 1100 | 8. 6 | 1815—24 obs. Schwarzenbrunner, 4m. tgl. Astr. Nachr. IV. (Bergh. Taf.: 8°.3). |
| **Tuttlingen** | 47.59 | 6.30 | 2000 | 7. 7 | 4 J. 1834—37 obs. v. Gross. Würtb. Met. Verein. |
| **Andechs** | 47.58 | 8.52 | 2160 | 8. 7 | 8 J. Manh. Ephem. (Schön's Wittr.), nach Kämtz' Taf. |
| **Klost. Rott** | 47.57 | 9.50 | 1620 | 9. 4 | 1 J. 1789 Bai. Met. Eph. |
| **Beierberg** | 47.50 | 9. 6 | .... | 7. 8 | 1 J. 1789. S. Frauenau. |
| **Salzburg** | 47.48 | 10.43 | 1260 | 10. 0 | Zeit? N. Bergh. Temp.-Taf. Nach v. Liechtenst. u. Sommer: 9°.3. |
| **Hohe-Peissenberg** | 47.48 | 8.41 | 3020 | 6. 7 | 20 J. obs. d. Aebte Schwaiger etc. a) 11 J. 1781—91 Manh. Eph. u. Std., Med. = 6°.1; 1781—88 corr. 5°.7 nach Schübler, 5°.8 n. Schouw (Schön Wittr.), 6°.0 unc. nach Kämtz u. Schouw. b) 1800—1809 nach Siber ohne Stunden-Angabe |

*) Leider sind die 9 J. Beob. in Baiern 1781—89, Meteor. Ephem. d. Ak., für d. vorliegende Sammlung fast unbrauchbar, da z. Med. a. den dort mitgeth. Summen v. Therm.-Graden auch die Zahl der Beob. etc. angegeben sein müsste. Diese als vollständ. anzunehmen, schien zu gewagt, da mehrfache Prüfung von Med. auffallende Unterschiede von dieser Annahme ergaben.

| Ort. | N. B. ° ' | Ö. L. P. ° ' | Höh. P. F. | M. Jahr.-Tp. ° C. | Zeit der Beobachtung etc., Winter- und Sommertemperatur. |
|---|---|---|---|---|---|
| Weingarten | 47.48 | 7.19 | 1450 | 8.4 | Med. 7°.3. A. d. Mansc. Kastn. Arch., Schouw spec. geogr., Schwaig. Vers. einer met. Besch. d. h. Peiss. 1791. W. – 1.8; S. 14.6 (20 J. corr.). 4 J. 1832—35 obs. Lehrer Schlipf. Würt. M. V. |
| Benedictbeuern | 47.43 | 9. 5 | .... | 8.0 | 1 Jhr. 1789. S. Frauenau. |
| Tegernsee | 47.42 | 9.25 | 2260 | 7.4 | 8 Jahr Manh. Eph. (Schön Wittr.) nach Kämtz; Schouw rechnet daraus 7°.0 W. – 1.7; S. 16.0 (corr. 6.8; – 1.8; 15.5) Sch. spec. phys. geogr. |
| Issny | 47.42 | 7.42 | 2180 | 8.1 | 4 J. 1834—37 obs. Dr. Nick. Würt. M. V. |
| Wangen | 47.42 | 7.30 | 1710 | 7.4 | 3 J. 1835—37. Ebdas. |
| Friedrichshafen | 47.38 | 7. 8 | 1280 | 8.6 | 5 J. 1827, 28, 30, 35 u. 37 obs. Dihlmann. Ebd. Am Bodensee. |
| Kitzbühel | 47.27 | 10. 4 | 2350 | 8.0 | 3 J. März 183½ u. Nov. 183⅘ obs. Unger 7, 12 u. 5h, nach Chim. corr. u. approximativ nach vieljähr. Beob. in Innsbruck. Unger Einfluss d. Bodens etc. |
| Innsbruck | 47.16 | 9. 4 | 1600 | 9.3 | 53 J. 1777—1827 obs. Zallinger a. 4 u. 2½h u. 183½ obs. Suppan um 7, 12 (2) u. 5 (9)h n. Chimin. corr. Bote v. Tirol 1817—34; Unger l. c. |
| Gries | 47.12 | 8.48 | 3650 | 5.4 | 2 J. 1820 u. 21 obs. 7 u. 5h, n. Chim. corr. Nach Unger's Berechn. a. d. Tir. Boten f. 1820 u. 21. |
| Murau | 47. 5 | 11.43 | .... | 7.3 | 2½ Jhr. Std.? obs. v. Liechtenstern. Oestr. Th. I. |
| Grätz | 47. 4 | 13. 7 | 1110 | 9.1 | 1 J. 1837 obs. Gintl a. 8, 3 u. 10h nach v. Humb. Regel. Nach d. Münchener Beob. ist dies Jahr über 1° zu niedrig. v. Liecht. hat l. c.: 9°.7. Steyerm. Zeitschr. |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Botzen | 46.30 | 9. 1 | 1040 | 13. 0? | 2 J. 1783 u. 84 a. v. Liechtenst. l. c. Zu hoch. |
| Bleiberg | 46.30 | 12.32 | 2750 | 7. 5 | Zeit? N. Bergh. Temp.-Taf. |
| Schönstein | 46.20 | 12.44 | .... | 9. 1 | 3 J. Std.? n. v. Liechtenst. l. c. |
| Laibach | 46. 2 | 12.26 | 1270 | 10. 9 | Zeit? n. v. Liecht. l. c. — Kroat. Grenze: 12°. Ebds. |

## VIII. Die Schweiz.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Basel | 47.34 | 5.15 | 800 | 9. 8 | 11 J. 1827 u. 28. red. aus 9, 12 u. 3h, u. 1829—37 obs. Mérian tägl. Extr. Bibl. univ. N. 34. 1838. Verhandl. d. natforsch. Ges. in Bas. I bis II I W. + 0.4; S. 18.4 (9 J. v. 1829 an, deren Med. 0°.1 niedriger). |
| Zürich | 47.23 | 6.12 | 1300 | 8. 8 | 7 J. a) 6 J. obs. Escher ber. v. Wahlenberg Clim. Helv. p. LXVII. a. d. tgl. höchsten u. niedrigsten Stande *). W. — 1.2; S. 17.9 u. b) 1836 tgl. Extr., dessen Med. (9°.2), nach 41 J. in Genf corr., d. Med. 9°.5 liefert. Bibl. univ. 1836. |
| Bühler (App.) | 47.15 | 7. 5 | 2500 | 8. 5 | Zeit etc.? Nach Berghaus' Länderkde I. Temp.-Taf. |
| Neufchatel | 46.59 | 4.35 | 1350 | 10. 5? | 22 J. 1754—77 obs. Mouls, Std.? Cotte Mém. II. 477. Zu hoch. |
| Bern | 46.57 | 5. 6 | 1700 | 7. 8 | 10 (20) Jhr. 1817 (1807)—26 obs. Fuëter Zeit d. tgl. Extr. u. seit 1821 abs. Extr. 1821—26 geben 7°.6. Bibl. univ. 1827 p. 51. — 1777 u. 78 Md. 9°.5. Cotte M. II. 262. W. — 1.5; S. 14.9; —1.1; 16.4 (Schübler). |

*) Wahlenberg's Verfahren ist um so ungenauer, als dasselbe nicht einmal eine Correction zulässt. Diese Bemerk. gilt für die meisten von ihm ber. Med. (s. a. Skandin.)

| Ort. | N. B. ° ′ | Ö. Lge. Par. ° ′ | Höh. P. F. | M. Jahr.-Tp. ° C. | Zeit der Beobachtung etc., Winter- und Sommertemperatur. |
|---|---|---|---|---|---|
| Marschlins | 46.55 | 7.36 | 1700 | 11. 1? | 8 J. 1802—9 obs. v. Salis-Marschlins, bei Wahlenb. Veg. et Clim. Helv. LXXVII. Einfl. der Winde Italiens. W. + 2.7 ; 19.4 (wegen d. Std. wahrsch. z. hoch). |
| Chur | 46.50 | 7.18 | 1820 | 9. 5 | 5 J. obs. v. Salis-Sewis, ber. v. Wahlenb. a. l. p. LXX. W. + 0.1 ; S. 17.4. |
| Freiburg | 46.48 | 4.50 | 1950 | 8. 9 | {13 J. bis 1833; v. 1829 an obs. Wière tägl. Extr. u. jährl. in Bibl. univ. Die kalten J. 1829 u. 30 geben nach Genf 41-jähr. Med. red. d. Med. = 8°.4. |
| Lausanne | 46.31 | 4.18 | 1550 | 9. 5 | 10 Jahr 1763—72 obs. 4mal tgl. Verdeil in Mém. de Laus. I. 218. Cotte II. W. – 1.5 ; S. 18.4. – Vgl. n. 2 J. 18$\frac{10}{11}$ (Mittagsbeob.) ohne weitere Angabe in Bergh. Ann. III. (a. Bibl. un. LII.) |
| St. Gotthard-Hospiz | 46.30 | 6.14 | 6450 | –1. 0 | 10 J. 1782—86, 88—92 aus d. Manh. Ephem. ber. v. Brandes: Beitr. z. Wittr. p. 9. Nach Schouw's Corr. ist d. Med. – 1°.3 ; ist diese hier anwendbar? Schübler giebt aus 12 J. (?) Manh. Eph. u. Wahlb. – 0°.9 ; dasselbe Med. v. Humb. a. 11 J. — W. – 7.6 ; S. + 7.2 (11 J.). |
| Rolle | 46.27 | 4. 1 | 1150 | 10. 1 | 10 J. 1816—25 Std.? Mitgeth. v. Lombard. Bibl. univ. 1833. Vgl. ebds. Vevey u. Ouchy; auch in Bergh. Ann. III. |
| Genf | 46.12 | 3.49 | 1220 | 9. 7*) | 43 J. 1796—1838 Obs. meist um die Zeit d. tgl. Extr., ⊙fg. u. 2h, seit 1826 abs. tgl. Extr.; zu Genthod u. i. bot. Garten bis 1826; 1826—35 (10J.): 9°.8. 1796—1834 (39 J.): 9°.8 ; 1796—1838 (43 J.): 9°.7 ; W. + 1.2 ; S. 17.8 ; 1796—1821 (26 J.): 9°.9 ; + 1.5 ; 17.7 ; corr. wegen d. Nullp. Jahr: 9°.3 ; 1807—24: 9°.5 ; 1818—38 (21 J.): 9°.6 (vgl. Bernh.) ; 1822—38 (17 J.): 9°.5 ; W. + 0.8 ; S. 17.9 ; k. M. – 1.1 ; w. M. 18.4. – 6 J. in d. |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Chamouny | 45.55 | 4.32 | 3150 | + 4. 0 | Manh. Ephem. obs. Senebier (bei Schön, Wittr.) geben das Med. 9°.9. — W. + 2.1; S. 17.1 (7 J.); + 0.8; 18.9 (13 J.); + 1.3; 17.3 (18 J.); 1.3; 17.6 (20 J.) Bibl. brit. u. univ. monatl., z. Theil auch in jährl. Résumés. Zeit? v. Humb. lign. isoth. Mém. d'Arc. 3 t. Wärmste Mon. 13°0. |
| Col de Géant | 45.52 | 4.37 | 10600 | — 6. 0 | Desgl. p. 586. Wärmste M. + 2°.5. |
| St. Bernhard | 45.50 | 4.45 | 7680 | — 1. 0 | 21 J. 1818—38, Zeit d. tgl. Extr., seit 1826 wahre Ext., s. Genf. — 8 J. 1818—25 geben — 0°.6; 1826—35 (10 J.): — 1°.3; 1823—32: — 1°.2; 1818—33 (16 J.): — 1°.1; bis 1836: — 1°.0. — {Bernh. W. — 7.8; S. 5.6 / Genf + 1.0; 18.2} a. 7 J. 1828—34; {Bernh. — 7.8; + 6.1 / Genf + 1.2; 17.8} 21 J. bis 1838. Bernh.: W. — 8.2; S. + 6.1 (9 J.); — 7.1; 6.1 (8 J. 1818—25), — 7.4; 5.9 (15 J.). k. M. — 8.7; w. M. + 6.8 (21 J.). Bibl. brit. u. univ. monatl. s. Genf. |

*) Berücksichtigt man die 1822 im Januar gefundene Verrückung des Nullpunktes am Thermometer, welches seit 26 J. im bot. Garten obs. worden (Bibl. univ. t. XIX. p. 68), unter der Voraussetzung, dass das Therm. ein neu-construirtes gewesen, und dass die Veränderung nach den in der Einleitung berührten Versuchen von Despretz und August vor sich gegangen, so erhält man für jene 43 J. das Med. ungef. J. = 9°.4; W. + 0.9; S. 17.5; k. M. — 0.6; w. M. + 18.2. — Senebier's corr. Beob. hinzuger., ergiebt sich ebenfalls, im 49-j. Durchsch., d. Med. 9°.4; unverb. 9°.7.

Nachträgl. Anm. zum St. Gotthard. Nach Schouw's Ber. a. 10½ J., Juni 1781—Dec. 91 sind die corr. Med. J.: — 0°.8; $\frac{\text{W.} - 7.6}{\text{S.} + 6.7}$; $\frac{\text{k.} - 8.4}{\text{w.} + 7.5}$. Clim. Italie. — Zu Bühler: a. 4 J. Std.? Jahr: 8.4. Bergh. Phys. Atl. 4.

| Ort | N. B. ° ′ | Ö. Lge. Par. ° ′ | Höh. P. F. | M. Jahr.-Tp. ° C. | Zeit der Beobachtung etc., Winter- und Sommertemperatur. |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | IX. | I t a l i e n. (S. p. 79.) |
| Trient | 46.44 | 8.45 | 700 | 12. 1 | 2 J. 1831, 32; 7h Mg. u. 5h Ab. n. Chim. c. v. Unger, Einfl. d. Bod.; 12°.2 n. Toaldo a. (3 J.) Eberle's Obs.; 12½° in Lupis Topogr. I.; 13°.0 a. 10 J., Sommer Oestr. Std.? |
| Tolmezzo (Friaul) | 46.31 | 10.43 | 940 | 10. 9 | 12 J. 1803—14, Linus.; Std.? Kastn. A. 25; 10°.2 (?) obs. Spangaro 5 J. b. T. |
| Soglio | 46.24 | 7.12 | 3400 | 8. 3 | Nahe 2 J. 181½ obs. de Salis, 8, 2 u. 9h (Md. 8°.9) c. v. Sch. Am S.-Abhange. |
| Sondrio | 46.12 | 7.27 | 1000? | 10. 4 | Zeit? N. v. Liecht. Oestr. Kais. III. |
| Gorizia | 45.54 | 11.20 | 270 | 13. 1 | 7 J. obs. Barzellini im Zimmer u. Ab., desh. c. v. Toaldo (wie?). |
| Crespano | 45.45 | 9.30 | 1000 | 11. 6 | 6 J. obs. Melchiori. W. 2.5; S. 20.3, n. T. |
| Vicenza | 45.43 | 9.13 | 150 | 13. 7 | 1 J. 1827 obs. Thiene; Std.? 13°.0, c. n. vielj. B. in Maild.; Forti stat. gen. d. Vic. I. 23. 12°.9 a. 5 J. obs. B. a St. Martino, T. |
| Triest | 45.39 | 11.26 | 270 | 13. 2 | 20 J. 1803—23 obs. Städtler v. Breitweg, 7, 2, 9—10h (14°.9; a. 12 J. 14°.6); n. Schouw stand d. Th. 1°.5 z. hoch; das desshalb cor. M. zweifelh. — Sch. a. 15 J. 1802—16: 13°.0; $\frac{\text{W.} + 4.1}{\text{S.}\ 21.9}$ cor. Kastn. A. VI. |
| Brescia | 45.33 | 7.54 | 470 | 13. 5 | 12 J. 1818, 19, 21—24, 26—29, 30, 33 obs. Perego 3m. tgl., versch. Std., cor., Th. an e. NW.-Fenster. Comment. dell' Ateneo di Br. (th. n. Sch.; 10 J.: 13°.4; $\frac{\text{W.}\ 3.5}{\text{S.}\ 22.5}$). |
| Capo d'Istria | 45.33 | 11.24 | . . | 12. 6 | 2 J. 1802, 03; Std.? n. v. Liecht. I. |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Mailand | 45.28 | 6.51 | 430 | 12.9 | 72 J. 1763—1834 obs. d. Astr. Lagrange, Reggio, Cesaris etc. an einem u. demselb. Therm.! (Nullp.?) um ⊙fg. u. (2—)3h. Die B. bis 1817 55-j. M. 12°.9; 17 J. 1818—34: 12.8; 1816—32: 12.8 (12.7 c. Sch.); 28 J. 1807—34: 12°.6; d. ersten 70 J. cor. n. Pad. u. tgl. Spielraum: 12°.8 (d. 7 Decenn. cor. 12°.8; 12.8; 13.0; 13.2; 12.6; 12.5; 12.7). D. erst. 35 J.: 12.9 u. die folg. 35: 12.7 cor. v. Sch. Vgl. Risso Eur. mér. 281. — $\frac{\text{W.} + 2.2}{\text{S.} \quad 22.8}$ (55 J. ältre), $\frac{2.2}{22.3}$ (28 J. neuere B.); $\frac{2.1}{22.7}$ u. $\frac{\text{k.} + 0.6}{\text{w.} \quad 23.7}$ a. 70 J. c. Sch. Atti della Soc. Ital. t. 18 p. 74 (Cesaris Clima d. Lomb.), Effem. astron. di Milano 1779 fg., Toaldo u. Cotte. Bibl. J. 1816 fg. |
| Verona | 45.26 | 8.39 | 200 | 13.8 (14.2) | 9 J. 1788—96, obs. Cagnoli, ⊙fg. od. 1—2 Std. spät., 1—2 u. 10h, cor. v. Sch. W. 3.1; S. 23.9 c. — Mem. Soc. Ital. t. 5, 6, Mem. acad. agricolt. d. Ver. t. 6. 1815. Dagg. 12 J. 1817—28, obs. Dr. Mayer, 9 u. 2h; cor. v. Sch. 14°.4; $\frac{\text{W.} \ 4.6}{\text{S.} \ 23.3}$ Mem. agr. t. 10—12; M's Temp. Ver. nell 1819, Sch's It. p. 160. Beide Reihen geben a. 21 J.: 14°.2. — Tomaselli's Bb. 16 J. 1798—1813, Std.? 14°.9; $\frac{\text{W.} \ 3.7}{\text{S.} \ 25.2}$. Nach Pollini a. 26 J. (?): 13°.4; 5 J. obs. Maggi n. T.: 13°.3. |
| Venedig | 45.26 | 10. 0 | — | 13.7 | 19 J. 1811—29 obs. Traversi; 7 J. 1823—29, ½ Std. n. ⊙fgg., 2 u. 9h, J.: 13°.1; W. 3.4; S. 22.8 cor. Sch. Ital. 158; Esercit. scientif. Aten. d. Ven. I.; für die früheren 12 J. (Md. 14.0) ist dieselb. Zeit angenommen. 1811—26: 13°.8. 10 J. b. T.: 12°.5 (v. T. cor.: 13°.6). |
| Padua | 45.24 | 9.32 | 90 | 12.5 | 34 J. 1780—91, 1800—11, 13—23, 25—27; obs. Toaldo, Chimin., Santini, Busate; Std. versch., meist 7, 2 u. 9h od. Zeit d. Ext. (Md. 12°.9) cor. Sch. $\frac{\text{W.} \ 2.8}{\text{S.} \ 21.9}$, $\frac{\text{k.} \ 1.8}{\text{w.} \ 22.9}$ c. — 7 J. 1781—87 (Manh. Eph., Schön Wittr.): 12°.0; $\frac{\text{W.} \ 1.5}{\text{S.} \ 22.5}$ c. — N. T. a. 37 J.: 13°.7. Saggi scient. t. 1—3, Giorn. astrometeor. 1791, 1802 fg. |
| Fiume | 45.20 | 12. 6 | .. | 12.9 | Zeit? Aelt. Beob. n. v. Liecht. l. c. I. |

| Ort. | N. B. ° ' | Ö. Lge. Par. ° ' | Höh. P. F. | M. Jahr.-Tp. ° C. | Zeit der Beobachtung etc., Winter- und Sommertemperatur. |
|---|---|---|---|---|---|
| Mont Cenis, Hospiz | 45.14 | 4.36 | 6000 | + 5. 4 | 8 Mon. Jan.—Aug. 1813, 3m. tgl. red. auf 30 J. (n. Turin) v. Sch. p. 78. $(\frac{W. - 5.7}{S. \ 16.5})$. Unsicher. Mem. d. Tor. t. 24. |
| Pavia | 45.11 | 6.49 | 270 | 12. 5 | 13 J. 1816—27 u. 30, ungef. ⊙fg. u. 3h; a. d. Mon. ber. Nach Hildenbrand soll 1808—15, 17—24: 10°.3? geben (Ann. schol. clin. Ticin. I., Kastn. XI p. 117). Nach Nocca a. 1808—15 cor. 11°.2 (zu niedrig). Flor. Tic. I.; Sch., a. 5 J. nur, cor. 12°.8. Brugnatelli Giorn. di Fisica j., Bibl. Ital. 1831. |
| Mantua | 45.10 | 8.28 | ... | 12. 4 | Zeit? N. v. Liecht. Oestr. III. |
| Chioggia | 45.10 | 10. 0 | ... | 13. 1 | 6 J. obs. Vianelli Std.? T. u. Cotte. Journ. Phys. t. 39. |
| Rovigno | 45. 5 | 8.57 | ... | 12. 3 | Zeit? N. Bergh. Temp.-Taf. Länderkunde I. |
| Turin | 45. 4 | 5.21 | 860 | 11. 6 | 30 J. 1787—1817. (Dass. M. a. 1787—1807) obs. Bonin, Vasalli-Eandi. Std. versch.: 8 (7), 2 u. 10h; ⊙fg., Mitt., ⊙untg. [Für letz. Std. (unricht. also) corr. v. Sch. J.: 11.7; W. 0.8; S. 22.0; k. — 0.6; w. 22.9]. Aus 60 J. v. 1757 an obs. Somis etc.: 12°.4; $\frac{W. \ 1.8}{S. \ 22.4}$ unc. a. 2 tgl. Bb.; 1807—11 5 J. c. Md. 11.4. — Mem. dell' Ac. d. Tor. (Résumé in t. 24. 1820), Ann. d. T. Observ., Bibl. Ital. 1819 (1 J. April 181$\frac{8}{9}$: 13°.0, tgl. Ext. obs. Castellani). |
| Bologna | 44.30 | 9. 1 | 250 | 14. 3 | 22 J. 1808—30 Mittgsbb. (15°.5) v. Caturegli u. Moratti, corr. nach 5 J. (18$\frac{14}{18}$ gleichzeit. Bb. d. tgl. Extr. (deren M. 13°.8). — $\frac{W. \ 3.5}{S. \ 24.6}$; $\frac{k. + 2.1}{w. \ 25.9}$ (22 J. c. v. Sch.). Zu hoch? Einfl. d. Apenn.-Direct. — Matteucci's B. 2—5 J. (Manh. Eph.): 14°.8 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Camajore | 43.55 | 8. 0 | ... | 14. 3 | 40 J. 1777—1816 obs. Butori ⊙fgg. u. 2h (Md. 14°.5), c. v. Sch. Die beid. 20-j. Md. 14.3 u. 14.2. — $\frac{W.\ 6.7}{S.\ 21.9}$, $\frac{k.\ 6.0}{w.\ 23.1}$ (cor.). B's Risult. met. di ann. quaranta. Lucca 1817. |
| Lucca | 43.51 | 8.10 | ... | 14. 9 | 36 J. obs. Conti, 8(?) u. 2h (Med. 16.1), c. v. Sch. W. 4.6; S. 23.6; k. 4.0; w. 24.6 c. Toaldo Invest., Butori Ris. (s. Camaj.) |
| Corsena | " | " | 540 | 11. 6 | Bäder v. Lucca. 1 J. 176½ obs. Benvenuto Mittg. 14.1; cor. Tch. Comment. Bononiens. V. |
| Florenz | 43.47 | 8.55 | 200 | 15. 3 | 12 J. 1821—32 obs. Inghirami, 7, 12 u. 11h n. Pad. c. W. 6.6; S. 23.8 (10 J.). Viell. wegen Loc. des Th. etwas z. hoch. Jährl. in Antol. d. Fir. Geg. 10 J. 1821—30: 15° 2 c. Sch. del Nacca's Bb. (Ann. Mus. d. F. I., II.) 3 J. 1807—9: 13°.6? cor.; 1797—1806: 16°.8 Std.? Nach T. 3 J.: 16.4, mon. Ext. Aus Bb. a. e. Wassertherm. 1655—63, 9 J. 5—6m. tgl. findet de Vecchi 15°.2, oder unsicher red. 16.3; Libri's Ber. scheint ungenau (Schouw's Ital. Suppl. II. 100). Atti soc. econ. t. 2; Giorn. Fior. di agricolt. 1786 fg., T., Alimurgia de Targioni 1767, Ann. Chim. t. 45. (Pogg. 21.; vgl. Sch.!) |
| Pisa | 43.43 | 8. 4 | 170 | 14. 7 | 3 J. 1777—9 obs. Tilli, 8 u. 2h, cor. Sch.; 2—5 J. 1814—18, ⊙fg., 2h u. ⊙untg., v. Piazzini, cor. M. 15.5. A. d. MS. Sch., Osserv. bot.-met. Pisa v. Tilli. Vgl. Clarke Med. Not. on Clim. France etc. 239. |
| Nizza | 43.42 | 4.57 | 60 | 15. 6 | 23 J. 1806—25, 29—31 obs. um (7—)8, 12 u. 8(—9)h, Med. 16.1, c. n. Pad.; Schouw cor. 1806—25 (16.4) 20-j. M.: 15.6; 1807—24 (18 J.) Mg. u. Abdb.: 15.4 cor.; dieslb. J. alle 3 B. n. Risso: 15.9 c.; v. Humb.: 15°.5. — $\frac{W.\ 7.9}{S.\ 21.1}$ (18 J. c.); dagg. W. 9.3; S. 22.5 u. k. 8.3; w. 23.6 (20 J. c. v. Sch.). Risso Hist. d. prod. de l'Eur. mérid. I. 236 (p. 209, 311 Std.) u. 3 J. des Résumé d. Obs. mét. Bei R's Tabl. finden sich Rechen- u. Druckfehler. |
| Cascina | 43.40 | 8.10 | ... | 14. 6 | 8 J. 1822—9, obs. Carmignani ½ Std. n. ⊙fg., 12 u. 11h (Med. 14°.0), cor. W. 6.8; S. 22.5 c. Nuov. Giorn. d. letterati d. Pisa. |

| Ort. | N. B. ° ′ | Ö. L. P. ° ′ | Höh. P. F. | M. Jahr.-Tp. ° C. | Zeit der Beobachtung etc., Winter- und Sommertemperatur. |
|---|---|---|---|---|---|
| Livorno | 43.33 | 7.57 | . . | 16. 7? | 2—3 J. 1826—8, 3m. tgl. Zimmerbb., cor. v. Sch. Unzuverlässig. Merc. scienze mediche. |
| Belvedere bei Siena | 43.19 | 9. 0 | 1000 | 13. 4 | 5½ J. 1786—Aug. 91, obs. Greenfield, Regist.-Th. v. Six; $\frac{W.\ 5.2}{N.\ 21.7}$. A. d. MS. Sch. |
| Bastia | 42.42 | 7. 8 | . . | 16. 7 | Zeit? n. Bergh. Temp.-Taf. — Ajaccio, 41°.55′ n. 6°.25′ ö.: 16°.6. Desgl. |
| Ragusa | 42.38 | 15.47 | . . | 14. 8 | Zeit? n. v. Liecht. l. c. Soll d. höchste Tp. in Dalmatien haben. |
| Rom | 41.54 | 10. 7 | 160 | 15. 4 | 30 J. a) 1782—91 obs. Calandrelli, 7, 2 u. 9h (Md. 15°.4 c.); Eph. Manh., Schön Wittr. u. Sch. It. Sup. II. 145; b) 20 J. 1811—23 (7, 2 u. 9h); 1824—30 (7, 3 u. 9h) obs. Conti etc.; cor. M. d. 2 Decenn.: 15.4 u. 15.5. — Giorn. Arcad. di R., Opusc. astr. Colleg. Rom. App. — $\frac{W.\ 8.1}{S.\ 23.0}$; $\frac{k.\ 7.3}{w.\ 23.9}$ (30 J. c.). |
| Neapel | 40.51 | 11.55 | 460 | 16. 2 | 8 J. 1821—8, obs. Brioschi (neu. Obs. a. Capo di monte), ⊙fgg. u. 2—3h. Mittelst 2¼ J. (1826—28) gleichzeit. Bb. i. alt. Obs. Specola della marina in d. Stadt auf diese (230′ h.) red. v. Sch., ist d. Med. 16.9, cor. 16°.7; ebenso c. $\frac{W.\ 9.9}{S.\ 23.9}$. — 1821—25: 16.3 n. Tenore; 3—4 J. 18$\frac{1}{3}\frac{6}{0}$ (Spec.) v. Pilati: 16.9 c.; Cyrilli's B. 4 J. 1727, 28, 30, 32 a. mon. Extr. 19.2 n. T. — Jährl. in Calend. d. Nap., Giorn. medic.; Enciclop., Bibl. Analit; G. meteor. econ., Sch. Eur., Ital. |
| Altamura | 40.50 | 14.10 | 700 | 13. 9 | 3—5 J. 179½, obs. Cagnazzi, ⊙fg., 1 u. gg. Mittnacht. (Md. 13.6), cor. Sch. Giorn. letter. di Nap., Atti istit. dell' incoragiomento 1811 (wo d. Md. 12.4, a. ? J.). |
| Lecce | 40.20 | 15.57 | 140 | 17. 0 | a. 7 Mon. 1819 (nach Neap. red.), ⊙fg., 12, ⊙untg. u. Nachts. Costa Giorn. met. econ. 1819 u. Gagliardi Ann. agricolt. t. IX. |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Messina | 38.11 | 13.14 | – | 18. 3? | 5—6 J. 1808—13, obs. Arrosto im offn. Laden! Mittags (20.7), cor. n. Pad. (n. Palermo 18.8) v. Sch.; MS. — W. 13.0; S. 23.4. |
| Palermo | 38. 7 | 11. 1 | 230 | 17. 2 | nahe 39 J. Mai 1791—Dec. 1829 obs. Carioti, Cacciatore etc., 7½ Mg., 12, 6½ (Winter) od. 8½ (Sommer) u. etwa 12h Nachts; wahres M. Mitternachts ist seit 1807 beob., u. das 23-j. Md. v. mir mit d. and. Std. verbund. — Sch. corr. dieselb. J.: 17°.3, $\frac{W.\ 11.4}{S.\ 23.6}$ u. $\frac{k.\ 10.7}{w.\ 24.6}$. D. Morg. u. Abdbb. 1807—24 cor. 17.2. $\frac{W.\ 11.3\ (11.2\ cor.)}{S.\ 23.4\ (d^o.\ c.)}$ aus den ersten 35 J. Die Decenn.: 17.3, 17.5, 16.9 u. 17.3 cor. Sch. — Marabitti obs. 5 J. 1813—7 in d. Stadt, ⊙fg. u. 1—2h: 17.0; W. 11.1; S. 22.6 c. Sch. Cacc. Osservat. d. Pal. vol. I. App., Giorn. di scienze p. Sic. jährl. fasc. 15 etc. (4 J. der Résumés), Scinà Topogr. d. Pal. 68. |
| Aetna (Casino degl' Inglesi) | 37.46 | 12.41 | 9200 | —1. 3? | a. Jul. u. Aug. 1811 B. v. Gemmellaro (3 tgl.), (zugleich in Nicolosi) abgeleitet v. Sch. a. d. MS.; Bibl. univ. 1817. |
| Nicolosi | 37.35 | 12.46 | 2175 | 18. 0 | 3—7 J. 1810—4, 19, 20, 25 (Lücken) obs. Gemmellaro (MS.; d. Th. hing im O. od. W.); eine Bb. tgl., red. n. Palermo. W. 10.7; S. 25.9. Einfl. schwarz. vulk. Aschenbodens. — Linnaea VII, Sch. — Wie d. folg. Ort unsicher. |
| Catania | 37.30 | 12.40 | 60 | 19. 7? | 3 J. 1824—6 obs. ders. 3m. tgl., (Med. 19.0 v. Sch. red.). W. 11.5; S. 29.2? A. Südabhang. Gior. sc. Pal. |
| Malta (Val.) | 35.54 | 12.11 | .... | 17. 2? | 6 J. Bb. i. Zimmer; Instr. etc. scheinen nicht zuverläss. Std.? Hennen Mediter. Topogr. |

*) T. bezeichnet Angaben a. Toaldo's Investigatio caloris plurium Italiae locorum in Saggi scientifici di Padova, t. 3; Journ. de Phys. 1791, t. 39; Giorn. astronom. — Cotte's Ang. sind seinen Mém. II. entnommen. Toaldo's Med. sind von ganz geringem Werthe wegen fehlender Beobt. u. weil sie oft aus mon. Extr. ber. sind. — Mit Sch. sind die aus Schouw's Tabl. du Climat de l'Italie t. I. Suppl. II. Copenh. 1839. entnomm. Angb. u. Corr. unterschieden. — Aus Toaldo's Invest. geben wir noch folg. Med.: Cercivento 46°,7 Br. ? 'h. 3 J. 4°.4; Udine 46°,0 Br. 400' h., 5 J., obs. de Asquino, 13°.8; Sacile 45°,9 Br. 3 J., Borgo, 12°.0; Conegliano 45°,9 Br. 11 J. 1776—86, Graziani, 13°.5; Marostica 45°,7 Br. 7 J., Chiminello, 13°.8; Anguillara 45°,1 Br. 6 J., Cittadini, 11°.7; Clodia 45°,1 Br. 6 J., Vianelli, 13°.6; Alba 44°,8 Br. 2 J., Core, 12°.9; Parma 44°,8 n. 8°,0 ö. 150' h. 1 J., 15°.0; Molfeta 41°,2 Br. 0' h. 7 J., 16°.3.

| Ort. | N. B. ° ′ | W. Lge. Par. ° ′ | Höh. P. F. | M. Jahr.-Tp. ° C. | Zeit der Beobachtung etc., Winter- und Sommertemperatur. |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | **X. Spanien und Portugal.** |
| Madrid | 40.25 | 6. 2 | 2050 | 14. 3 | 2 J.: a) 1801 obs. um 8, 2 u. 10h, corr. Memor. literar. u. b) 1820 obs. Bauza tgl. Extr. (Med. 15°.0) ber. n. v. Humb. (Manusc. u. Hertha IV. 21). Auch Antillon's Geografia p. L u. LIII giebt 14°.3 an; Schouw findet a. 1820 u. Jan. bis Sept. 1793 in Laborde's Itinér. (Std.?) d. Md. = 14°.5 u. W. 6.1; S. 24.8. — Die vorhandenen neuern Beob. konnte ich mir nicht verschaffen. |
| Coimbra | 40.12 | 10.45 | 280 | 16. 7 | 6 J. Std.? W. 11.2; S. 20.8; n. Bergh. Länderkd. I. u. Phys. Atl. 4. L. |
| Minorca | 40. 0 | 1.25 | — | 14. 4? | 6 J. 1744—49 obs. Cléghorn; a. d. (mon.?) Extr. Cotte Mém. II. |
| Mafra | 38.56 | 11.41 | 700 | 13. 9 | 4 J. 1783—86 obs. J. da Assumpçao Velho. Mem. de Lisb. I. 450, II. 105 W. 9.6; S. 18.1. (Wahrsch. zu niedrig.) In Bergh. Taf. 14°.3. |
| Lissabon | 38.42 | 11.29 | 220 | 16. 6 | 6 J. 1783—85 (Manh. Std.?) u. 1816—18 obs. Franzini 7½, 12 u. 11h; corr. — 1781 hinzugenommen, giebt d. 7-j. Med. 16°.2. Murphy's Voy. Port. vol. II.; derslb. giebt als mittl. Tp. 17°.2 an (Jahre u. Std.?). Die 5 J. 1784, 85, 1816—8 geben nach v. Humb. Ber. (Balbi Ess. stat. Port. I. 88, Risso Eur. mér. I, Hertha IV): 16°.5 od. 16°.6, u. nach Schouw's Corr. (Leith) Jhr. 16°.4 u. $\frac{W.\ 11.3}{S.\ 21.7}$ (5 J.). |
| Villanova de Portimão | 37.13 | 10.50 | n. 0? | 21. 0? | 5 J. Std.? $\frac{W.\ 15.0}{S.\ 25.1}$? Nach Bergh. Temp.-Taf. a. a. O. u. Phys. Atl. |
| Isla de Leon (Cadix) | 36.28 | 8.32 | 56 | 20. 9? | 1 J. 1804 Std.? Zu hoch. Vom Juni bis Sept. Fiel kein Tropfen Regen! $\frac{W.\ 15.6}{S.\ 26.7}$. Alman. naut. y Eff. astr. Observ. de J. d. Leon p. 1807. |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Gibraltar | 36. 7 | 7.41 | ... | 19. 7? 18. 1 | 10 J. 1816—25, Obs. der Medic.-Beamten in d. Stadt. Std. etc.? Nach Hennen's Mitth. l. c. Berghaus giebt im phys. Atl. 4 L. 18°.1 a. 2 J. an, ohne Stund. — **W. 10.7; S. 28.9** (z. hoch!); n. Bergh.: **13.8; 22.7.** |

## XI. Türkei und Griechenland.

| | | Ö. Lge. | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Ragusa (Dalm.) | 42.38 | 15.47 | n. 0? | 14. 8 | Zeit? Nach v. Liechtenst. Oestr. III. (S. Italien.) |
| Konstantinopel | 41. 0 | 26.39 | — | 13. 7 | 1½ Jhr.: a) März bis Oct. 1816. Ein sehr kaltes Jahr! Mittagsbeob. mitgeth. von Turner Journ. Tour in the Levant. vol. I. App.; b) 1835 von Delmar; 7 tägl. Beob. (4, 6, 9, 12, 3, 6 u. 9h), welche d. zu niedrige Med. 13°.74 geben; im Inst. Par. 1838 N. 233. Alle Beob. nach Chiminello auf wahre Med. reduc. Temp. d. Winters (1835) + 5°.9, d. Sommers (2 J.) 21°.8. Etwas zu niedriges Med. |
| St. Maura | 38.48 | 18.20 | n. 0? | 19. 3? | Aus d. mon. Extr. Dec. 1819—21, Hennen Topogr. Mediterranean. Nähere Angaben sind nicht vorhanden; wie bei d. folg. jonischen Ins. unsicher. |
| Ithaca | 38.22 | 19.22 | ... | 16. 2 | 4 J. Beob. um 10 u. 3h v. Scott, nach Chim. corr.; Hennen e. l., Martin Br. Eur. Col. V. |
| Athen | 37.58 | 21.23 | ... | 15. 5 | 3 J. 1833—35, obs. Peytier, a. d. tgl. Extr. Noch etwas zu niedr. Med. wegen der 3 ungewöhnl. strengen Winter. l'Inst. N. 191. (Pogg. 40.) |
| Zante | 37.47 | 18.34 | ... | 20. 6? | 4 J. Beob. 1818—21, Std.? v. Hennen mitgeth. l. c. Nauplia, 37,6 n., a. Aug.—Oct. 1834! obs. Falbe, J.: 17°.2 unsicher. Schouw Ital. I. |
| Cerigo (Fort Niclas?) | (36.13?) | (20.45?) | ... | 18. 5 | 6 J. nach Rob. Jameson's Mitth. Std.? Ed. N. Phil. Journ. 1836—7. |
| Canea | 35.29 | 21.40 | n. 0? | 18. 6 | 1 J. 1818; das kalte Jahr 1817 (März bis Oct.) hinzuger. würde das Med. auf 18°.0 (nach Kämtz 17°.9) erniedrigen. Ohne Beobstd.! Sieber's Reise in Kreta II. p. 31. **W. 12.4** (nur 1 J.); **S. 25.2** (2 J.) |

| Ort. | N. B. ° ′ | Ö. Lge. Par. ° ′ | Höh. P. F. | M. Jahr.-Tp. ° C. | Zeit der Beobachtung etc., Winter- und Sommertemperatur. |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | XII. | **Polen, Galizien und Ungarn.** |
| Warschau | 52.13 | 18.42 | 400 | 7.5 | 26 J. 1803—28, obs. Magier Mg. zw. 4 u. 7, Mitt. zw. 12 u. 3 u. Abd. zw. 8—11h; dasselbe Medium geben Mg.- u. Mittg.-Beob.! W. −2.5; S. 17.5. M's. Exposé sur Carte météorogr. de Vars. u. Diss. sur les Vicissit. de l'atm. et sur les saisons physiques etc. — 4 J. 1826—29 Beob. auf der Sternwarte (Std.?) geben Jahr: 7°.4; W. −5.1; S. 19.1. Handschr. Mitth. des Hrn. v. Humb. Nahe 3 J. 1760—3 obs. Guettard geben wegen theilweise nicht best. Std. (3mal tgl.) etc. das zu hohe Md. 9°.2; W. −1.9; S. 20.7. Cotte M. II. 582. |
| Kielce | 50.52 | 18.18 | 840 | 7.9 | 7 J. 1820—26, obs. Pusch um 8, 12, 3 u. 10h, deren Med. uncorr. 8°.8. — W. −1.9; S. 16.2 corr.; (— 1.3; 17.6 unc.). Handschr. Mitth. der Beob. v. Hrn. v. Humb. u. Bergh. Ann. 17 (2 J.), v. mir ber. |
| Krakau | 50. 4 | 17.37 | 610 | 8.3 (9.0) | 7 J. 1828—34 aus 4 tägl. Beob. a. wahre Med. red.; zu niedrig? Astr. Nachr., Schweigg. Jahrb., Repert. III. 399 (Jahr falsch). W. −3.3; S. 19.3. Aeltere 18 J. (Std.?) J. 9°.2; W. −2.0; S. 20.0 (s. des Rep. III. Bd.). Beide Reihen geben J.: 9°.0. Obs. Sniadecki, Weisse u. Steczkowski. |
| Lemberg | 49.50 | 21.45 | 960 | 6.6 | Zeit? nach Zawadzki in Linnaea. X.; v. Liechtenst. giebt als 4-jähr. M. 7°.6. (Oestr. II. 1067 *). |
| Turdossin | 49.20 | 17.13 | 1660 | 6.8 | Zeit? Ebd. Bd. I. |

*) Liecht.'s Angaben sind hier einstweilen aufgenommen, da mir andere Beob. nicht bekannt sind; auch zeigt sich eine ziemlich genügende Uebereinstimmung in der Mehrzahl der Medien.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Unter-Kubin | 49.12 | 16.58 | 1400 | 7.6 | 4 J., obs. v. Brixen Std.? v. Liecht. a. a. O. |
| Kesmark | 49. 3 | 13. 6 | 1850 | 7.9 | Zeit? Sydow (Karpathen p. 179) theilt als vieljähr. Md. 9.4 mit (?) Die Bukowina: 9°.1 nach Zawadzki l. c. |
| Ofen | 47.30 | 16.43 | 480 | 10.4 | 23 J. a) 1782—86, 89—92, obs. Weiss u. Bruna: 10°.5 (Manh. Eph.); b) 1806—13, obs. Pasquich (Wahlenb. Fl. Carp. p. XCI); diese geben n. Wahl. Meth. 10°.6 u. $\frac{W. - 0.7}{S. \quad 21.4}$; c) 1814—19, obs. Kmeth Std.? Med. 10°.1; 1806—19: 10.4. Schams' Beschr. v. Pest p. 25. — v. Liecht. hat aus vielen Jahren: 11°.0. — $\frac{W. - 0.4}{S. \quad 21.3}$. Erlau: 47°54′ n.: 11°.0; 1 J. 1780, obs. Madarassy, Wiener Eph. 1781 (Cotta). |
| Klausenburg | 46.45 | 21.11 | 1200 | 10.4 | 2 J. nach Liecht. l. c. III. Unsicher. 3 J. sollen 11°.1 geben. Schiklosch 2 J.: 11°.8. Desgl. |
| Hermannstadt | 45.49 | 21.47 | 950 | 11.1 | 5 J. Std.? Ebdas. Eine andere Angabe: 10°.6. |
| Temeschwar | 45.44 | 19. 0 | ... | 11.5 | 5 J. „ |
| Kronstadt | 45.36 | 23.12 | 1350 | 9.7 | 5 J. „ |
| Peterwardein | 45.16 | 17.37 | ... | 11.9 | Zeit? Ebdas. |
| Carlowitz | 45.12 | 17.42 | ... | 12.5 | „ „ |
| Semlin | 44.50 | 18.15 | ... | 12.2 | Zeit? Gospich 44°32′ n. 13°0′ ö.?′h. 7°.8? Desgl. |

## XIII. Russland.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Uleåborg | 65. 3 | 23. 6 | n. 0 | + 0.7 | 6 J. 1782—7 obs. Julin; von v. Buch auf wahre Med. red. Reise d. Norw. II. 295. Gilb. 41. p. 35. W. — 11.1; S. 14.3. 12 J. 1776—87, obs. Julin u. Kar- |

8*

| Ort. | N. B. ° ′ | W. Lge. Par. ° ′ | Höh. P. F. | M. Jahr.-Tp. ° C. | Zeit der Beobachtung etc., Winter- und Sommertemperatur. |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | **X. Spanien und Portugal.** |
| Madrid | 40.25 | 6. 2 | 2050 | 14. 3 | 2 J.: a) 1801 obs. um 8, 2 u. 10h, corr. Memor. literar. u. b) 1820 obs. Bauza tgl. Extr. (Med. 15°.0) ber. n. v. Humb. (Manusc. u. Hertha IV. 21). Auch Antillon's Geografia p. L u. LIII giebt 14°.3 an; Schouw findet a. 1820 u. Jan. bis Sept. 1793 in Laborde's Itinér. (Std.?) d. Md. = 14°.5 u. W. 6.1; S. 24.8. — Die vorhandenen neuern Beob. konnte ich mir nicht verschaffen. |
| Coimbra | 40.12 | 10.45 | 280 | 16. 7 | 6 J. Std.? W. 11.2; S. 20.8; n. Bergh. Länderkd. I. u. Phys. Atl. 4. L. |
| Minorca | 40. 0 | 1.25 | — | 14. 4? | 6 J. 1744—49 obs. Cléghorn; a. d. (mon.?) Extr. Cotte Mém. II. |
| Mafra | 38.56 | 11.41 | 700 | 13. 9 | 4 J. 1783—86 obs. J. da Assumpçao Velho. Mem. de Lisb. I. 450, II. 105 W. 9.6; S. 18.1. (Wahrsch. zu niedrig.) In Bergh. Taf. 14°.3. |
| Lissabon | 38.42 | 11.29 | 220 | 16. 6 | 6 J. 1783—85 (Manh. Std.?) u. 1816—18 obs. Franzini 7½, 12 u. 11h; corr. — 1781 hinzugenommen, giebt d. 7-j. Med. 16°.2. Murphy's Voy. Port. vol. II.; derslb. giebt als mittl. Tp. 17°.2 an (Jahre u. Std.?). Die 5 J. 1784, 85, 1816—8 geben nach v. Humb. Ber. (Balbi Ess. stat. Port. I. 88, Risso Eur. mér. I, Hertha IV): 16°.5 od. 16°.6, u. nach Schouw's Corr. (Leith) Jhr. 16°.4 u. $\frac{W.\ 11.3}{S.\ 21.7}$ (5 J.). |
| Villanova de Portimão | 37.13 | 10.50 | n. 0? | 21. 0? | 5 J. Std.? $\frac{W.\ 15.0}{S.\ 25.1}$? Nach Bergh. Temp.-Taf. a. a. O. u. Phys. Atl. |
| Isla de Leon (Cadix) | 36.28 | 8.32 | 56 | 20. 9? | 1 J. 1804 Std.? Zu hoch. Vom Juni bis Sept. Fiel kein Tropfen Regen! $\frac{W.\ 15.6}{S.\ 26.7}$. Alman. naut. y Eff. astr. Observ. de J. d. Leon p. 1807. |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Mitau | 56.39 | 21.23 | 120 | + 6.3 | 9 J. 1822—30 obs. Paucker; Std.? Allg. deutsche Zeit. f. Russ.; mitgeth. v. Erman Reise I. Kupffer in Pogg. XV.: 7°.0. |
| Kasan | 55.48 | 46.47 | 180? | + 2.2 | 12 J. a) 1814—17, obs. Bronner um 7, 12 od. 2 u. 8 od. 9h, cor. 2°.8; $\frac{W. -10.9}{S.\ 17.0}$ (alt. St.). — b) 1828—35 (1°.9), obs. Simonoff, Knorr u. A.; mitgeth. in Erdmann's Beitr. z. Kenntniss Russl. I. p. 170, Kupffer in Pogg. XV., vgl. Erman's Reise I.; Knorr Pogg. 42., Journ. d. Univ. Die Beobachtungszeiten verschieden, nach Padua auf wahre Med. reduc. W. — 13.7; S. 16.8 (8 J. neu. St., deren Med. + 1.9). |
| Moskau | 55.45 | 35.18 | 400—500? | + 3.9 | 25 J. 1783—89 u. 91, obs. Engel u. Stritter, deren Med. 3°.7; $\frac{W. -12.1}{S.\ 18.5}$ (alter St.) cor. (Manh. Eph.), um 6, 2 u. 10h; 1821—37 v. Dvigoubsky und Perewoschtschikoff, um 8, 2 u. 9h. (Md. unc. 4°.4). Ber. oder mitgeth. in Schouw's Vejrl. Danm. u. Ital., Erman in Kämtz' Met. II., Rose's Reise I., Pogg. 42., Bull. d. natural. 1838 (Geogr. Ges. Berlin Ber. 1839); d. Corr. n. tgl. Variat. ber. — W. — 11.4; S. 18.5 a. 11 J., deren Med. nur 3°.6 ist. |
| Zlatoust | 55. 8 | 57. 8 | 1000 | + 0.3 | 3 J. a) 1818 u. 19, obs. Eversmann, Min. Morg. u. Nachmitt. 2h; ber. v. Kupffer. Pogg. XV. p. 168. b) 1837 a. 8 Bb. cor. — 0°.6; Annuaire mét. p. 197. $\frac{W. -16.0}{S. +16.0}$ (2 J., Md. + 0.7.) |
| Wilna | 54.41 | 22.58 | 360 | + 7.1 | 13 J. 1820—30, 32—34; Zeit? auf der Sternwarte. Mitgeth. v. Eichwald u. Slavinsky (Astron. Nachr. v. Schumacher, Bull. scient. Pét.) Das J. 1838 hinzuger., nur 7°.0. |
| Tambow | 52.47 | 39. 8 | 190 | + 5.1 | 12 J. 1825—36, obs. Dr. Rang tägl. Extr. (Zeit ders.?); W. — 8.7; S. 18.4 (alt. St.). Bull. d. l. Soc. des naturalistes de Mosc. 1837 p. 85. Repräsentant d. Steppenklimas. Extreme: — 38°.7 u. + 38°.7. Kälteste Mon. — 12°.7 (8 J.); wärmste M. 20°.0 (10 J.). Woronesch, 51°39′ n. 36°51′, ...′h., soll 8°.5 Med. haben, nach Clarke's Trav. in Russ. (Gehler Wört. 9. Th.) |
| Saratow | 51.31 | 43.46 | +50 | + 6.2 | 8 J. 1792—99 ohne näh. Angb. in Erdmann's Beitr. z. Kenntn. d. Inn. v. Russl. II. s. p. 122. |

| Ort. | N. B. ° ′ | Ö. L. P. ° ′ | Höh. P. F. | M. Jahr.-Tp. ° C. | Zeit der Beobachtung etc., Winter- und Sommertemperatur. |
|---|---|---|---|---|---|
| Nicolaïeff | 46.58 | 29.38 | 120 | 9, 4 | 4 J. 1827—30, obs. Coumani 10 u. 10h (corr. nur 9°.2). Bull. Acad. Pétersb. 1833. No. 2. W. — 3.9 ; S. 22.5 (alter St.). Med. a. d. tgl. Extr. 9°.6. |
| Odessa | 46.29 | 28.24 | n. 0 | 9, 1 | 11 J. aus v. Andrejewsky's topogr.-med. Bericht in Kastn. Arch. Bd. 26, ohne nähere Angaben. W. — 2.3 ; S. 20.1. |
| Astrakhan | 46.21 | 45.45 | —40 | 9, 4 | 8 J. a) 7 J. 1805—11, obs. Lotkin; Med. 9°.5, n. Brewster, Ed. J. Sc. u. Bergh. Ann. III. (nach Pansner, Std.?); u. b) 1 J. Sept. 183¾, obs. Oase um 9, 2 u. 9h, corr. Med. = 9°.1, in Göbel's Reise in d. Steppen II. p. 196. |
| Sympheropol | 45. 0 | 31.50 | 800 | 10, 6 | 1 J. Sept. 183¾, obs. v. Steven 5—6h Mg., 2 u. 9h, nach Pad. wahres Med.; mitgeth. in Göbel's Steppenr. II. 196. Med. v. 2 u. 9h Abd. = 10°.9 corr. |
| Sewastapol | 44.36 | 31.12 | 150 | 11, 7 | 4 J. 1827—30 um 10 u. 10h nach Coumani l. c. W. + 1.8 ; S. 22.3 (ber. für alt. Stil; s. Nicolaïeff.). Das Med. aus d. tgl. Ext. ist nur ½ Zehntelgrad geringer. An der Westküste der taurischen Halbins. |

## B. ASIEN.

### I. Sibirien.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| (Bei) Spitzbergen | 80° | 14° | — | . . . | Sommertemp. 1827 = + 3°.4; 2-stdl. Obs. v. Parry, Narr. Attempt to the N.pole p. 154. A. d. N.-Küste. |
| do. | 80. | 8. | — | . . . | Sommer 1818 = + 1°.4; stdl. Obs. v. Franklin u. Buchan, Edinb. Ph. J. — Wärmste Mon. in N.-Spitzb. 81½—82½° n. 18—27 ö. = + 0°.6. Parry. |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Unter-Kubin | 49.12 | 16.58 | 1400 | 7. 6 | 6 J., obs. v. Brixen … |
| Kesmark | 49. 8 | 13. 6 | 1850 | 7. 9 | Zeit? Sydow (Karpathen p. 179) theilt als vieljähr. Md. 9.4 mit (?) |
| | | | | | Die Bukowina: 9°.1 nach Zawadski l. c. |
| Ofen | 47.30 | 16.43 | 480 | 10. 4 | 23 J. a) 1782—86, 89—92, obs. Weiss u. Bruna: 10°.5 (Manh. Eph.); b) 1806—13, obs. Pasquich (Wahlenb. Fl. Carp. p. XCI); diese geben n. Wahl. Meth. 10°.6 u. $\frac{W. - 0.7}{S. \; 21.4}$; c) 1814—19, obs. Kmeth Std.? Med. 10°.1; 1806—19: 10.4. |
| | | | | | Schams' Beschr. v. Pest p. 25. — v. Liecht. hat aus vielen Jahren: 11°.0. — $\frac{W. - 0.4}{S. \; 21.3}$. |
| | | | | | Erlau: 47°54' n.: 11°.0; 1 J. 1780, obs. Madarassy, Wiener Eph. 1781 (Cotta). |
| Klausenburg | 46.45 | 21.11 | 1200 | 10. 4 | 2 J. nach Liecht. l. c. III. Unsicher. 3 J. sollen 11°.1 geben. |
| | | | | | Schiklosch 2 J.: 11°.8. Desgl. |
| Hermannstadt | 45.49 | 21.47 | 950 | 11. 1 | 5 J. Std.? Ebdas. Eine andere Angabe: 10°.6. |
| Temeschwar | 45.44 | 19. 0 | … | 11. 5 | 5 J. „ |
| Kronstadt | 45.36 | 23.12 | 1350 | 9. 7 | 5 J. „ |
| Peterwardein | 45.16 | 17.37 | … | 11. 9 | Zeit? Ebdas. |
| Carlowitz | 45.12 | 17.42 | … | 12. 5 | „ „ |
| Semlin | 44.50 | 18.15 | … | 12. 2 | Zeit? |
| | | | | | Gospich 44°32' n. 13°0' ö.?/h. 7°.8? Desgl. |

8*

## XIII. Russland.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Uleåborg | 65. 3 | 23. 6 | n. 0 | + 0 .7 | 6 J. 1782—7 obs. Julin; von v. Buch auf wahre Med. red. Reise d. Norw. II. 295. Gilb. 41. p. 36. W. — 11.1; S. 14.3. 12 J. 1776—87, obs. Julin u. Kar- |

| Ort. | N. B. ° ′ | Ö. Lge. Par. ° ′ | Höh. P. F. | M. Jahr.-Tp. ° C. | Zeit der Beobachtung etc., Winter- und Sommertemperatur. |
|---|---|---|---|---|---|
| Bogoslowsk | 59.48 | 58. 4 | 700 | – 0. 6 | 1 J. 1827 a. 6, 12 u. 8h. Mitgeth. v. A. Erman ebd. (S. auch Rep. p. 84.) |
| Tobolsk | 58.13 | 65.51 | 300<br>130? | – 2. 4 | 15 J. 1806–21, obs. Dr. Albert um 12 Mitt. u. 11h Ab.; Md. — 1.8; nach Chim. c.; Erman a. a. O. 1812–21: — 3°.1. |
| | | | | | Kirensk (a. d. Lena), 57½° n. 105° ö. 1100 [illegible] nach Gmelin's Beob. zw. 0° u. – 1° (nicht sicher). |
| Jekaterinenburg | 56.49 | 58.16 | 770 | + 0. 5 | 2 J. 1836, 37 obs. unter Reinke 8mal tgl. 2-stdl.; daraus ist d. Med. + 1°.7; n. Kupffer's Berechn.: + 1°.3 (?); Obs. mét. Russie N. II. u. Ann. mét. p. 1837. |
| Barnaul | 53.19 | 81.40 | 360 | + 1. 8 | 1 J. Apr. 182⁶⁄₇ (kalt. Sommer, mässiger Winter) obs. Gebler, 6, 12 u. 6h (2°.1; nach Pad. cor.). Ledeb. Reise d. d. Altai. I. 360 (wahrsch. °R.) |
| Petropaulowsk | 53. 1 | 156.23 | . | + 1. 9 | 2 J. 1827 u. 28; obs. um 6½, 12 u. 9½h, mitgeth. v. Erman l. c., wo d. corr. Med. = 2°.0. |
| Irkuzk | 52.16 | 101.58 | 1250 | – 0. 2 | 10 J. Juli 1820–Juli 1830, alt. St., obs. Stschukin. Med. a. 7, 2 u. 9h = + 0°.4. |
| | | | | | Corr. nach Pad. u. Salzufl. mit Berücksicht. d. Grösse d. Variat.; nach Leith c. 0°.0. |
| | | | | | A. 8 J. Med. = – 0°.6. Erman setzt d. Mittel (9 J.) zwischen – 0°.3 u. – 0°.5. |
| | | | | | — Bull. Ac. Pét. N. 2. in Mém. 6 Sér. t. II., Erm. l. c. u. Reise II. $\frac{W. -17°.4}{S. \quad 16.6}$ (alt. St.), $\frac{-17°.3}{16.4}$ (uncorr.; auf neuen St. red. durch Comb. v. ¼ des einen mit ¾ des folg. Mon.) |
| Nertschinsker Sawode | 51.18 | 117. 1 | 2100 | – 2. 9 | 1 J. 183½, Std.? Etwas zweifelh. (Bergh. Ldkd. III. p. 171). |

## II. West-Asien.

| Ort. | N. B. ° ′ | Ö. Lge. Par. ° ′ | Höh. P. F. | M. Jahr.-Tp. ° C. | Zeit der Beobachtung etc., Winter- und Sommertemperatur. |
|---|---|---|---|---|---|
| Tiflis | 41.41 | 42.57 | 1100 | 15. 4? | Aus sehr unsich. Beob. 1818, 19 u. 25 ber. v. Bergh., Phys. Atl.; Eichwald's Reise Kaukas. I. 1837. Parrot schätzt d. Tp. nach seinen Bb. nahe 16°; Brunn.-Tp. 15°.1. Reise z. Ararat I. 47. |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Aleppo | [illegible] | [illegible] | ... | [illegible] | [illegible] |
| Bagdad | 33.20 | 42. 2 | ... | 23. 2 | 178¾, obs. Beauchamps Std.? Refl. eines Hauses; v. Humb. l. is.; bei Cotte nur 22°.1. |
| Abuscheher | 28.15 | 48.34 | ... | 25. 0 | 1 J. 1803, obs. Jukes ⊙fg. u. 2h. Malcolm Hist. Pers. II. 505. v. Humb. giebt 25°.5 an (Fragm. Asiat.). Vgl. Wellsted's Trav. Arab. — $\frac{W.\ 16.5}{S.\ 33.3}$. |

## III. Vorder-Indien.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Kotgurh | 31.19 | 75. 9 | 6220 | 12. 8 | A. ½ J. 1818, obs. P. Gerard tägl. Extr. Asiat. Res. v. XV. p. 469. |
| Simla | 31. 6 | 74.51 | 7020 | 14. 0 | Nur 7 Mon. Beob., obs. 10 u. 10h in Beng. J. vol. V. S. Mussuree. |
| Soobathoo | 30.58 | 74.39 | 3940 | 18. 3 | A. ¼ J. Sept. 1817—Juni 1818, obs. P. Gerard a. a. O. p. 483. |
| Landur | 30.27 | 75.44 | 6570 7150? | 13. 2 | Zeit? Nach 2 Angaben; obs. Burke James. Ed. J. 1829 p. 287: 12°.7 und Asiat. J. Beng. v. IV.: 13°.7. |
| Mussuree | 30.27 | 75.42 | 5890 | 13. 7 | Zeit? Nach Everest a. Gleanings in Sc. in Asiat. Soc. Beng. III, IV. Nach Falconer u. Royle's Bericht über d. bot. Gart. 13°.9. Phys. Tr. Calc. IV, p. 408. $\frac{k.\ M.\ 5.5}{w.\ M.\ 19.5}$. |
| Ambala | 30.25 | 74.25 | 1000? | 22. 7 | 3½ J. 1835—8, obs. Edgeworth tgl. Extr. u. 10 u. 10h. K. M. 11.7; w. M. 31.9. 1834: 24°.6 wegen Loc.-Einfl. Beng. J. |
| Dehra | 30.20 | 75.40 | 2100 ca. | 21. 6 | 1 J. Aug. 182⅘, obs. Shore in e. Verandah um ⊙fg., 10, 12 od. 3 u. 10h. Ebd. p. 348. Excessives Bergklima. |
| Scharanpúr | 29.57 | 75.23 | 950 | 22. 4 | Zeit? A. Gleanings in Sc. in Journ. As. Soc. Beng. III. 187. — N. Wenckebach 21.1. Nat.kund. Archief 1838. |

| Ort | N. B. ° ' | Ö. L. P. ° ' | Höh. P. F. | M. Jahr.-Tp. ° C. | Zeit der Beobachtung etc., Winter- und Sommertemperatur. |
|---|---|---|---|---|---|
| Nicolaïeff | 46.58 | 29.38 | 120 | 9.4 | 4 J. 1827—30, obs. Coumani 10 u. 10h (corr. nur 9°.2). Bull. Acad. Pétersb. 1833. No. 2. W. — 3.9; S. 22.5 (alter St.). Med. a. d. tgl. Extr. 9°.6. |
| Odessa | 46.29 | 28.24 | n. 0 | 9.1 | 11 J. aus v. Andrejewsky's topogr.-med. Bericht in Kastn. Arch. Bd. 26, ohne nähere Angaben. W. — 2.3; S. 20.1. |
| Astrakhan | 46.21 | 45.45 | —40 | 9.4 | 8 J. a) 7 J. 1805—11, obs. Lotkin; Med. 9°.5, n. Brewster, Ed. J. Sc. u. Bergh. Ann. III. (nach Pansner, Std.?); u. b) 1 J. Sept. 183¾, obs. Osse um 9, 2 u. 9h, corr. Med. = 9°.1, in Göbel's Reise in d. Steppen II. p. 196. |
| Sympheropol | 45. 0 | 31.50 | 800 | 10.6 | 1 J. Sept. 183¾, obs. v. Steven 5—6h Mg., 2 u. 9h, nach Pad. wahres Med.; mitgeth. in Göbel's Steppenr. II. 196. Med. v. 2 u. 9h Abd. = 10°.9 corr. |
| Sewastapol | 44.36 | 31.12 | 150 | 11.7 | 4 J. 1827—30 um 10 u. 10h nach Coumani l. c. W. + 1.8; S. 22.3 (ber. für alt. Stil; s. Nicolaïeff.). Das Med. aus d. tgl. Ext. ist nur ½ Zehntelgrad geringer. An der Westküste der taurischen Halbins. |

## B. ASIEN.

### I. Sibirien.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| (Bei) Spitzbergen | 80° | 14° | — | . . . | Sommertemp. 1827 = + 3°.4; 2-stdl. Obs. v. Parry, Narr. Attempt to the N.pole p. 154. A. d. N.-Küste. |
| do. | 80. | 8. | — | . . . | Sommer 1818 = + 1°.4; stdl. Obs. v. Franklin u. Buchan, Edinb. Ph. J. — Wärmste Mon. in N.-Spitzb. 81½—82½° n. 18—27 ö. = + 0°.6. Parry. |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Cawnpore | 26.29 | 78. 2 | 450? | 25. 4 | [illegible] J. V. p. 823. |
| Nasírabád | 26.18 | 72.25 | 1400 | 24. 5 | 4 J. 1831—34, obs. Oliver 4mal tägl.; Md. a. „day and night" (?). Glean. in Science. I. J. Beng. IV. 49. k. M. 14.5; w. M. 32.4. |
| Gowhattee (U.-Assam) | 26.12 | 89.25 | . . . | 22. 7 | 1 J. (?) nach Leslie's Obs. Std.? Ph. S. Calc. Tr. v. VI. 38. $\frac{\text{W. 15.7}}{\text{S. 26.7}}$. |
| Mozafferpúr (Tirhût) | 26. 7 | 83. 4 | . . . | 23. 1 | 3 J. Dec. 1832—35, obs. Dashwood. Bb. im Zimmer um $9\frac{3}{4}^h$ Mg. u. $4\frac{1}{4}^h$ Abd., corr.; d. tägl. Extr. (in der Sonne!) für denselben Zeitraum in freier Luft 24°.4; zu hoch. Beng. As. J. II, Ill. 81 u. V. 822. |
| Ghazipúr | 25.35 | 83.14 | 380 | 25. 2 | Ebend. v. I, II. |
| Benares | 25.19 | 80.35 | 300 | 25. 4 | 5 J. 1822—26, obs. Prinsep, meist tgl. Extr. As. Res. XV. u. Phil. Tr. 1828 p. 251. v. Humb.: 25°.2 (tgl. Extr., Voy. XII.). N. Falconer auch 25°.4. — $\frac{\text{k. M. 15.6}}{\text{w. M. 33.2}}$. |
| Chunar | 25. 9 | 80.34 | u.300 | 25. 2 | Mai $18\frac{1}{1}\frac{8}{0}$, 4mal tgl. Zimmerbeob. Ed. Ph. J. IV. 303. |
| Bancoorah | 23.20 | 84.52 | . . . | 26. 2 | 4 J. 1827, 28, 31 u. 32, 10 u. $10^h$ u. tgl. Extr., obs. McRitchie. James. J. $183\frac{3}{4}$ p. 343. |
| Chandernagor | 22.51 | 86. 9 | . . . | 24. 2? | Zeit? n. Brewster. Ed. J. Sc. N. Ser. IV. 303, vgl. Cotte Mém. II. 303; 24°.6 n. Not. Statist. Col. Fr. 3. |
| Mhow | 22.40 | 73.30 | 1900 | 23. 3 | Zeit? n. Sykes, $7^{th}$ Report brit. Assoc. |
| Calcutta | 22.35 | 86. 0 | (30 u. 90) | 25. 8 | 17 Jahre: a) gg. 2 J. Febr. 1784 bis Dec. 85, obs. Trail, Asiat. Research. II. 421. geben 26°.3 cor.; ⊙fg., 3 u. $11^h$; b) gg. 8 J. März 1816—1. Dec. 1823, obs. Hardwicke (Zeit? 1822 7-mal tägl.) zu Dum Dum, 8 engl. Meil. nöstl. v. Ft. William (30′ h.), deren Med. = 25°.56; c) 3 J. in Calc. md. phys. Tr.: v. IV (1 J.?, tägl. Ertr.), V. p. 447 u. VI. 507 (1830 u. 31 ⊙aufg. u. $2^h$ 50′), deren Med.: 25°.6; u. d) 4 J. 1834—37, Bb. um 10 u. $4^h$, mon. in Prinsep's As. J. of Bengal v. III—VI, J.: 28°.03; corr. — Dasselbe (c.) Med. hat M. Martin (? Jahre) aus 6 u. $3^h$. Brit. Col. I. 99. $\frac{\text{k. M. 18.7}}{\text{w. M. 30.0}}$ (14 J., corr.), $\frac{18.4}{29.7}$ (8 J.), $\frac{\text{W.: Decbr.—Febr. 20.0}}{\text{S.: Juni—Aug. 28.5}}$ (10 J.). |

| Ort. | N. B. ° ′ | Ö. L. P. ° ′ | Höh. P. F. | M. Jahr.-Tp. ° C. | Zeit der Beobachtung etc., Winter- und Sommertemperatur. |
|---|---|---|---|---|---|
| Nagpúr | 21. 9 | 76.51 | ... | 27. 3 | 3 J. April 1814—17 obs. Lloyd, ⊙fgg., 8, 3 u. ⊙untgg. cor. Asiat. J. v. VIII. p. 172. von Dove ber. a. a. O. K. M. 21.9; w. M. 35.7, uncor. |
| Bombay | 18.56 | 70.34 | — | 26. 4 | 2 J. 1825 u. 27, obs. ⊙fgg., 11, 1, 4 u. 9ʰ; nach Lütke's Beob. u. Madras corr. (od. n. Leith). — 1 J. n. Kämtz: 26°.5; v. Hamb. 26°.7. Voy. t. XII. — 1 J. Juli 181$\frac{5}{7}$ Bb. um 10, 1 u. 4ʰ (Zimmer-Einfl.!) geben 27°.1. Asiat. J. VI. 480, XXII. (vgl. Bombay Trans. I.); Beob. um 11 u. 4ʰ in Phys. Soc. Calc. IV. 400: 27°.4, n. Martin Br. Col. I. 99: 27°.7 (? Jahre). Alle diese Angaben liefern nach Madras corr. (zu niedrig) 25°.8. |
| | | | | | Indus-Delta: Winter (1 J.): 17°.8. Lond. Geogr. J. v. 8. |
| Tafelland von Dukhun | zwischen 18.28 u. 19.11 | zwischen 71.15 u. 72.29 | mittl. H. 1600 | 25. 8 | 1825, obs. Sykes um ⊙aufgg, 9½ u. 4ʰ. Phil. Trans. 1835. p. 205 fg. |
| | 18. 0 u. 19. 8 | 71. 5 u. 72.30 | 1700 | 24. 7 | 1826 dessgl. |
| | 17.25 u. 19.27 | 71. 5 u. 73.33 | 1600 | 25. 3 | 1827 dessgl. |
| | 17.40 u. 19.11 | 71. 5 u. 73.33 | 1700 | 25. 6 | 1828 dessgl. |
| | 18.10 u. 19.23 | 71. 0 u. 72.10 | 1700 | 23. 8 | 1829 dessgl. |
| Ahmednuggur | 19. 8 | 72.28 | 1800 | 25. 6 | 1 J. 1818, obs. Walker nach Sykes im 7. Report Brit. Assoc. 233. |
| Poonah | 18.32 | 71.42 | 1710 | 25. 4 | 1830, obs. Sykes a. a. O. Hr. Dove ber. im Mittel v. 1826—30 f. Poonah (eigentl. das Plateau in d. neben bezeichn. Grenzen!) 24°.9, u. k. M. 20.8; w. M. 27.9, a. a. O. |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Smyrna | 38.26 | 24.48 | ... | 18. 2 | 1 J. 1820, obs. um 9, 12, 6h u. Mitternacht; d. Beob.-Journ. mitgeth. v. Forster in Philos. Mag. Daraus ber. u. nach Pad u. Leith c. Uncorr. Med. 18°.8. $\frac{W.\ 11.3}{N.\ 27.1}$. Anomaler Gang der tägl. Wärme, wenn kein Fehler begangen ist. |
| Aleppo | 36.11 | 34.45 | ... | 18. 8! | 1751 u. 52, obs. Russel, a. d. mon. Extr. Cotte Mém. II. 196. |
| Bagdad | 33.20 | 42. 2 | ... | 23. 2 | 178¾. obs. Beauchamps Std.? Refl. eines Hauses; v. Humb. l. is.; bei Cotte nur 22°.1. |
| Abuscheher | 28.15 | 48.34 | ... | 25. 0 | 1 J. 1803, obs. Jukes ⊙fg. u. 2h. Malcolm Hist. Pers. II. 505. v. Humb. giebt 25°.5 an (Fragm. Asiat.). Vgl. Wellsted's Trav. Arab. — $\frac{W.\ 16.5}{S.\ 33.3}$. |

## III. Vorder-Indien.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Kotgurh | 31.19 | 75. 9 | 6220 | 12. 8 | A. ½ J. 1818, obs. P. Gerard tägl. Extr. Asiat. Res. v. XV. p. 469. |
| Simla | 31. 6 | 74.51 | 7020 | 14. 0 | Nur 7 Mon. Beob., obs. 10 u. 10h in Beng. J. vol. V. S. Mussuree. |
| Soobathoo | 30.58 | 74.39 | 3940 | 18. 3 | A. ¾ J. Sept. 1817—Juni 1818, obs. P. Gerard a. a. O. p. 483. |
| Landur | 30.27 | 75.44 | 6570 7150? | 13. 2 | Zeit? Nach 2 Angaben; obs. Burke James. Ed. J. 1829 p. 287: 12°.7 und Asiat. J. Beng. v. IV.: 13°.7. |
| Mussuree | 30.27 | 75.42 | 5890 | 13. 7 | Zeit? Nach Everest s. Gleanings in Sc. in Asiat. Soc. Beng. III, IV. Nach Falconer u. Royle's Bericht über d. bot. Gart. 13°.9. Phys. Tr. Calc. IV. p. 408. $\frac{k.\ M.\ 5.5}{w.\ M.\ 19.5}$. |
| Ambala | 30.25 | 74.25 | 1000 | 22. 7 | 3½ J. 1835—8, obs. Edgeworth tgl. Extr. u. 10 u. 10h. K. M. 11.7; w. M. 31.9. 1834: 24°.6 wegen Loc.-Einfl. Beng. J. |
| Dehra | 30.20 | 75.40 | 2100 ca. | 21. 6 | 1 J. Aug. 182⅞, obs. Shore in e. Verandah um ⊙fg., 10, 12 od. 3 u. 10h. Ebd. p. 348. Excessives Bergklima. |
| Seháranpúr | 29.57 | 75.23 | 950 | 22. 4 | Zeit? A. Gleanings in Sc. in Journ. As. Soc. Beng. III. 187. — N. Wenckebach 21.1. Nat.kund. Archief 1838. |

9

| Ort. | N. B. ° ′ | O. Lge. Par. ° ′ | Höh. P. F. | M. Jahr.-Tp. ° C. | Zeit der Beobachtung etc., Winter- und Sommertemperatur. |
|---|---|---|---|---|---|
| Karikal | 10.55 | 77.24 | ... | 28.7 | 1 J. 1825, 9 u. 9h, Zimmerb., östl. Lage. K. M. 25.5; w. M. 31.5. Not. Stat. Col. fr. |
| **Ceylon:** | | | | | |
| Trincomale (Ft. Frederick) | 8.34 | 79. 2 | — | 27.1 | 3 J. 1809, 10 u. 12, obs. Marshall 6, 3 u. 9h. (Corr. Brewster: 27°.0). Davy Acc. of Ceyl., Phil. Mag., Edinb. J. Sc. V. 143. **K. M. 25.4; w. M. 29.1.** |
| Kandy | 7.18 | 78.30 | 1580 (1370) | 22.7 | 5—6 J. 1817—19, Nov. 1833—Dec. 35, obs. Ord etc. th. 6—7, 12, 9—10, th. 8 u. 8h?; corr. — Davy Acc., Ed. J. ebd., Phil. Mg. u. Beng. As. J. IV, V. $\frac{\text{k. M. } 21.8}{\text{w. M. } 24.1}$. |
| Colombo | 6.57 | 77.40 | — | 27.2 | 1 J. 1812, 6, 3 u. 9h; d. J. 1815: 7, 12, 3 u. 8h: 26°.7 cor., nicht ganz zuverl. Ed. J. V. 141, Davy Ceyl. — Nach Martin Temp. d. Küsten: 26¾°. |
| Newera Ellia | 6.51 | 78.30 | 5600 | 12.8? | Zeit? Tag- u. Nachtbb. Martin Br. Col. I. Zu niedrig. |
| Point de Galle | 6. 0 | 77.56 | — | 27.3 | Beob. v. März bis Nov. 1812; 27°.7, v. Brewst. corr. Ed. J. V. |

## IV. Hinter-Indien und der indische Archipel.

| Ort. | N. B. ° ′ | O. Lge. Par. ° ′ | Höh. P. F. | M. Jahr.-Tp. ° C. | Zeit der Beobachtung etc., Winter- und Sommertemperatur. |
|---|---|---|---|---|---|
| Arrakan | 20.35 | 91.15 | ... | 27.1? | Unsicher. Vom Juli bis Nov. 1825 5—7m. Lindsay, Oliphant, Mittel aus 7 od. 9h u. 3 od. 4h für jene Monate: **28°.5.** Mittel vom Sept. bis Nov. aus 9 u. 9h: 27°.6. Das J.-Med. ungef. ber. — Madr. Soc. Trans. v. I, Ph. Calc. Tr. v. III. India Gazet. |
| J. Pulo Penang (Pr. Wales'-J.) | 5.25 | 97.59 | | | |
| a) Government-Hill | „ | „ | 2100 (2600?) | 22.5 | 1 J. Mai 183¼ aus 8, 3 u. 8h (?). Ph. S. Col. Tr. v. VI. p. 498. $\frac{\text{k. M. } 21.1}{\text{w. M. } 23.3}$. |
| b) George Town | „ | „ | — | 26.4 | 4 J. a) Mai 183¼, 8, 3 u. 8h, in e. offnen Verandah, Md. = **27°.2**; u. b) 3 J. 181⅚, ⅔ u. 23 (3—4mal tägl.; 7—8, 12, 4h), obs. Coombs; sämmtlich corr. N. Falconer: **26°.7.** J. As. S.; Ed. J. Sc. VIII. 65. As. Soc. Trans. I. App. $\frac{\text{k. M. } 25.6}{\text{w. M. } 26.9}$ (1 J. corr. a. Gov.-Hill). An d. Nordküste. |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Alor Gajah (bei Malacca) | 2.16 | 99.52 | ... | 27. 4? | ½ J. nur; Aug. 1832—Jan. 33, obs. Maurice, 6, 2 u. 8h; a. 6 u. 2h: 28°.6. Md. d. Jahres aus Singap.-Beob. ber. Fortwährender Regen. |
| Malacca | „ | „ | ... | 26. 3 | 1 J. 1809 nach Farquhar; a. 8 u. 4h M.: 26.°7, corr. Ed. J. VIII. 62, As. Soc. Tr. I. App. |
| Singapore | 1.17 | 101.30 | — | 26. 7 | 2 J. 1822 u. 23 a. 6, 12 u. 6 Med. = 27°.1, n. Madr. corr. (n. Lütke's Beob. c. 26°.9). Dieselbe Corr.-Grösse bringt Brewster an durch theilweise Corr. Ed. J. 8. Tr. Asiat. Soc. I. K. M. 26.0; w. M. 28.1 (uncorr.). |
| **Archipel:** Manilla | N. B. 14.36 | 118.39 | — | 25.6*? | Nach Humb. l. isoth. u. Fragm. Asiat. t. 2. — $\frac{\text{k. M. } 20.0}{\text{w. M. } 30.6?}$ |
| Batavia | S. B. 6.9 | 104.33 | — | 27. 8? | N. Reinwardt; Zeit? Ed. J. Sc. v. V. p. 270. — 1½ J. Jan. 1758—Juni 1759, obs. Kriek, 6, 12, 2 u. 10h im Zimmer: 25°.7 (Haarlem Soc. v. VI. p. 9, 1762; daraus ber. v. Moll in Ed. J. Sc. V. 269; 1758 giebt 25.8). D. J. 1779 giebt a. 3 tägl. B.: 26°.8. Verhand. van het Batav. Genootsch. 3 dr. IId. p. 383. $\frac{\text{k. M. } 25.6}{\text{w. M. } 26.7}$. Weltervreden (bei Batavia) soll nach Reynolds Angabe etwa 30° mittl. Temp. haben (?) Journ. Voy. round the world, 1835 p. 314. |
| Buitenzorg | 6.50 | 104.30 | 690 | 27. 2? | 5 J., 6 u. 2h, n. Ruschenberg. N. Reinwardt 26°.1; Zeit? Ed. J. V. 40 engl. M. v. Bat. |

*) Meyen, aus dessen Nachforschungen hervorgeht, dass Le Gentil in der Sonne und nur in der trocknen Jahreszeit beobachtet hat, (Voy. Mers de l'Inde t. 2.), glaubt, dass die mittlere Temp. nicht 25° erreicht. Reise Th. II.

## V. China und Japan.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Peking | N. B. 39.54 | 114. 9 | 300? | 12. 7? | 6 J. 1757—62, Weing.-Therm.! obs. Amyot, Cotte Mém. II. 497. v. Humb. l. isoth. tab. p. 602. $\frac{\text{W. } -3.2}{\text{S. } 28.1}$? Aus Fuss' Beob. dagegen folgt (a. 8, 12 u. 10h): W. in dem verhältnissmässig kalten Jahre 1831 u. nach altem Stil gerechn. nur — 1°.0! Auch die Sommertemp. scheint zu hoch zu sein. $\frac{\text{k. M. } -4.1}{\text{w. M. } 29.1}$? n. Amyot. Fuss in Mém. de l'Ac. Pétersb. III. p. 112. |

| Ort. | N. B. ° ′ | Ö. Lge. Par. ° ′ | Höh. P. F. | M. Jahr.-Tp. ° C. | Zeit der Beobachtung etc., Winter- und Sommertemperatur. |
|---|---|---|---|---|---|
| Nangasaki (Kiusiu) | 32.45 | 127.32 | — | 17. 3 | a. 11 Mon. Mg. u. Mittg. 1779, Verhand. v. het Batav. Genootsch. II d. 400, daraus falsch abgedr. in Voy. de Thunberg, woraus nach Humb. Ber. 16°.0; ligu. isoth. tab. p. 602. $\frac{W.\ 6.5}{S.\ 28.4}$. — A. Mittagsb. 1775 u. 76 (an versch. Punkten!) ergiebt sich corr. 18°.8, a. Mg.- u. Nachmittagsbeob. unc. 19°.4; nach Decad. ber. a. Thunb. Voy. III. 161 im MS. d. Hrn. v. Humb. |
| Canton | 23. 8 | 110.56 | n. 0 | 21. 9 | 5 J.: 1 J. 1785, obs. Deguignes, Mg. u. Abd., von Meyen (s. Macao) ber.: 22°.3. 1 J., obs. Raper bei Kirwan on Temp. 113: 24°.0; 3 J. 1829—Sept. 1831 nach dem Canton Register for 1829—31 (obs. um 12 u. 12 Mitternacht): 21°.6. Corr. — $\frac{W.\ 14.2}{S.\ 27.8}$ (5 J., meist corr.). |
| Macao | 22.11 | 111.14 | — | 22. 5 | 3 J. Beob. zu Macao u. Canton 1809—11, a. Mg., Mittg. u. Abd.: 22°.1, $\frac{W.\ 14.7}{S.\ 29.5}$; a. Mg.- u. Abdbb.: 21°.5, $\frac{W.\ 14.1}{S.\ 27.1}$. Ph. Soc. Calc. Tr. v. VI. 369. Bibl. univ. 1834: 20°.9. nahe 6 J.: 1814, obs. Richenet a. tgl. Extr.: 23°.3 (Humb. voy. t. 10; in Ann. de Chim. 22°.9); März 1827—Dec. 1830, obs. Beale, 6 u. geg. 4h: 22°.3 (N. Act. Acad. Caes. Leop. Car. XVII. p. 871); u. 1831, obs. Blettermann um 7 u. 2½h: 23°.0. Corr. — Chinese Alman. f. 1833; $\frac{W.\ 16.5\ (5\ J.)}{S.\ 28.6\ (6\ J.)}$ corr. — 3-j. Beob. 1829—31, 7 u. 2h: 23°.5 (zu hoch). Phys. Soc. Calc. Tr. v. VI. p. 369. |

Anm. Es ist in diesem und in den folgenden Erdtheilen nicht selten das Werk von Martin über die brit. Colon. benutzt worden, weil seine Quellen uns nicht zugänglich waren (z Th. Manuscr.-Beob.); bei einer genaueren Durchsicht der von ihm mitgeth. met. Beob. zeigt sich jedoch, dass dieselben in den meisten Fällen wegen der fehlenden Ang. über Jahr und Std. d. Beob., wegen Druck- oder Rechenfehler, Berechnung u. dgl. m. nicht auf den Grad von Genauigkeit Anspruch machen können, als andere. Diese Bemerkung findet überhaupt bei den meisten statist. u. medicin. Werken ihre Anwendung, wesshalb ihnen selten grösseres Zutrauen geschenkt wurde.

# C. AFRIKA.

## I. Nord- und Central-Afrika.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Tunis | 36.48 | 7.51 O. | — | 20.3 | 3½ J. Juli 1824—Oct. 1827, obs. Falbe tgl. Ext.; Kämtz rechnet noch die Bb. zw. 10 u. $12^h$ Ab. hinzu u. findet d. Med. 20°.1. Obs. 1829—32 von Read noch nicht publ. — $\frac{W. + 12.9}{S. \quad 28.3}$ (W. 12°.6 Kämtz.). |
| Algier | 36.47 | 0.43 - | 100? | 19.6 | 2 J. 1837 u. 38 Mittagsb. ($12^h$?) 22°.0, nach Pad. corr. Monit. Algér. 1839, Etabl. fr. Algérie 1838, u. MS. d. Hrn. v. Humboldt. Keine Zehntelgrade! — N. Taitebout's Obs. 1½ J. 173⅚ bei Cotte Mém. II. 198, Mém. Par. 1765: 21°.3; n. Genty de Bussy (Alg. t. II. 60) aus 183⅓ Winter- u. Sommer-Med. (Mon. u. Std.?) 21°.6; n. Rozet: 18°. Nach einer grossen Menge v. Beob. ist die Cisternen-, Quellen- etc. Temp. = 18°, Bruguière in Bergh. Ann. VII. 516. Rozet giebt die Cist.-Temp. nur zu 16°.8 an (Voy. Rég. d'Alg.). — N. Bérard Lufttp.: 18°.9 (s. d. Anm.). A. 1837 u. 38 u. Bér's Ang. 19°.4 u. $\frac{W. 15.1}{S. 23.8}$ (cor.)?; $\frac{11.7}{24.7}$ Bér. Unsicher. |
| Constantine | 36.20 | 4.14 - | 1000? | 17.2 | 1 J. 1838 Std.? Etabl. franç. dans l'Algérie. 1839. p. 166. Sommer: 26°.6. |
| Funchal (Madeira) | 32.38 | 19.15 W. | 80 | 19.1 (18.9) | 8 J.: a) 6 J. 1824—29, obs. Heineken th. tgl. Ext., th. 10 u. $10^h$; J. 19°.0; W. 16.5; S. 20.9 (3 J.). Ed. J. Sc. 1. u. 2. Ser. j. — u. b) Mason 1834 u. 35 |

Anm. zu Algier: Eine Discussion der Beob. in der ital. Halbinsel scheint zwar Bérard's Mittel (18°.9) zu bestätigen; aber daraus würde auch hervorgehen, dass die Nähe der südlich gelegenen Ebenen und der Wüste auf Algiers Temp. fast ohne Einfluss sei, was doch nicht wahrscheinlich ist. In dieser Beziehung schien eine Vergleichung der Wintertemp. namentlich entscheiden zu können; Palermo hat in einer ganz ähnlichen, den Nordwinden ausgesetzten Lage 11°.2 mittlere Winterwärme, während Bérard für Algier, wo im Winter westl. u. südl. Winde vorherrschen, nur 11°.7 angiebt. Hier hat das Meer an seiner Oberfläche 15°.0 mittlere Wärme im Januar u. seine grösste mon. Temp. im Juli: 23°.5, u. sogar eine mittl. Sommertp. v. 22°.4. Man vergl. mit der Sommertp. (21.7, 23.8) die von Canea = 25°.2 u. v. Tunis = 28°.3 (4 J.!), das im 3-j. Mittel genauer Beob. 12°.9 Wintertp. besitzt. Bérard's Bb. sind wohl vorzugsweise an Bord des Schiffes während der Aufnahme der Küsten angestellt, was auf das Mittel von Einfluss sein muss, wie auch Beob. zeigten; ferner benutzte er Beob. von Rozet, die in dem dort merkwürdig kalten Jahre 1830 angestellt wurden und auf welche Decandolle auch seine Zweifel stützt (Bibl. univ. t. 3. N. S.); und endlich geht aus seiner Tabelle nicht hervor, ob er nicht zum Theil die Mittel der monatl. Extreme, welche auf den Küstenfahrten vom Juni 1827 bis Ende 1834 beobachtet wurden, zur Berechnung des jährl. Med. angewendet! Bérard selbst hält seine Angaben für mangelhaft und unvollständig, u. spricht die Hoffnung aus, dass bald genauere ihre Stelle einnehmen werden. B's Beob. bei der Aufnahme der Küsten vom Mai bis Novb. in den Jahren 1831—33 wurden zwischen 37½ u. 35° n. Br. und zwischen 6½° ö. und 5½° w. Lge. (d. i. die Posit. der Küstenpunkte selbst) angestellt. S. Bérard Descr. naut. des Côtes de l'Algérie. Paris 1837. p. 61 u. a. O. — Das Jahres-Mittel möchte sich wohl wenig von 19½° entfernen.

| Ort. | N. B. ° ′ | Lge. Par. ° ′ | Höh. P. F. | M. Jahr.-Tp. °C. | Zeit der Beobachtung etc., Winter- und Sommertemperatur. |
|---|---|---|---|---|---|
| (Funchal) | | | | | tgl. Ext., weg. d. Höhe red.; 1 Meile v. Meere zu St. Luzia. Brit. med. Alm. f. 1838 p. 119. Vielleicht noch etwas zu hohes Md., da Hein. d. Md. f. 1824 u. 25 (Bb. „out of doors") f. zu hoch hält. Heberden's Bb. 1749—52, 7 u. 3h, corr.: 19°.7; mit jenen verein., 12-j. Md.: 19°.3. Kirwan, Cavendish u. Gourlay (in 370′ H. u. 18 J. Std.?) geben 20°.5 (G. nach einer and. Angb. 19°.0; ebenso Bowdich, 2—300′ H. Excurs. in Mad.). — $\frac{W.\ 17.2}{S.\ 21.9}$ (9 J., deren Med. 19°.5); $\frac{16.6}{21.4}$ (5 J. tgl. Ext., Med. 18°.9). |
| Cairo | 30. 2 | 28.55 O. | ... | 22. 2 (22.4) | (5? J.): a) 1—3 J.? 1799—1801, obs. Coutelle, 5—7h Mg. u. 12—3h Mitt.: 22°.2. Déscr. de l'Egypte, Hist. nat. II. 321. N. v. Humb. a. Nouet's etwas mangelh. Bb. 22°.4; Mém. d'Arc. 3. tab. 602. — b) 4 J. 1835—38, obs. Destouches, Std.? 22°.45, l'Inst. VII. N. 250. — Temp. am Bod. des Josephbrunn. 22°.5. — W. 14.7; S. 29.3 (aus a). Nahe 3 J. alter Bb. 1759 u. 60 v. Boyer u. Nov. 1761—Aug. 1762 v. Niebuhr, aus denen Cotte d. Med. 22°.4 zieht, sind ganz unbrauchbar, denn Boyer beobachtete Mittags in einem verschlossenen Zimmer u. Niebuhr 3mal tägl. (aber nicht zu denselben Std.) ein Th. in OSO.; Cotte's Med. enthält keine Corr. für die Mittagsb. Boyer's. Marocco: 31½° u. ?′ h. 19°.5. Ali Bey al Abassi Reise, n. Gehl. W. 9. I. Tp.-Taf. |
| Laguna | 28.37 | 18.35 W. | 1630 1700 | 17. 1 | 8 J. 1811—18, obs. Saviñon 3mal, Std.? $\frac{W.\ 13.6}{S.\ 20.2}$, $\frac{k.\ 12.9}{w.\ 21.7}$. Trans. Met. Soc. Lond. I. 78. Phil. Mg. 3 S. v. XII. Zu niedrig? Soll nach v. Buch (Canaren p. 65) durch Wärmestrahlungsverlust der kleinen Hochebene, worauf Lag. liegt, an local. Abkühl. leiden. |
| Santa Cruz de Tener. | 28.28 | 18.34 - | — | 21. 6 | 2¼ J. Mai 1808—Aug. 1810, ☉aufg. u. Mittg., obs. Escolar; von Buch Iles Canar. p. 60. In den übrigen Theilen der Ins. in den Ebnen 20°.7. Humb. l. isoth. 602. W. 18.1; S. 24.8; — k. M. 17.7; w. M. 26.0. |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Orotava | 28.25 | 18.45 - | 960 | 21.0 | Zeit? Humb. l. l. p. 496. Am Fuss des P. de Teyde. v. Buch setzt d. Temp. v. Teneriffa = 21¼—22½°. (Ebd. p. 38.) |
| Las Palmas | 28.20 | 17.50 - | ... | 21.3 | 3 J., Mittgsb. v. Bandini de Gatti, auf wahre Md. red. n. Escolar's Bb. v. Buch Klima d. Can. p. 11. W. 17.2; S. 23.0. |
| Saint Louis | 16. 1 | 18.53 - | — | 24.7 | 5 J. 1824—28, Std.? Not. statist. s. l. Colon. Franç. t. III. 211. — Senegal: 26°.5. Zeit? v. Humb. Voy. XII. Kirwan 26.7; Est. Temp., Phil. Tr. 1780 p. 478; obs. Schotte nicht zu denselb. Std. Aug. 1778—Jan. 79. — Dagang, 2 J. Std.? Md.: 27°.8? Stat. Col. Fr. (Nähere Angab. fehlen.) |
| Richard-Tol | 15.25 | | ... | 25.6 | 2 J. 1826, 27, Std.? Stat. Col. Fr. (s. 3 J. 26°.6?). 20 li. v. St. Louis. |
| Bakel | 14.53 | 14.41 - | ... | 27.5? | 5 J. 1824—28 Std.? Ebds. Die Jahresmed. weichen um 4°.7 ab! Unsicher. |
| Gorée | 14.40 | 19.47 - | ... | 24.9 | 5 J. 1824—28 Std.? Ebd. Diff. d. Extr.-Jahresmed. 2°.5. — 35 li. v. d. Gambia-Mdg. |
| Kobbe | 14.11 | 25.48 O. | 1500 ? | 26.5 | Nahe 2 J. 1794, 95, obs. Browne, 7 u. 2h. Trav. 2 ed. 1806 p. 473. App. Ber. v. Kämtz: 27°.2, n. Pad. corr. v. Schouw. $\frac{W.\ 19.7}{S.\ 30.0}$; $\frac{k.\ M.\ 18.8}{w.\ M.\ 30.3}$ cor. |
| Kouka | 13.10 | 12.10 - | 1100 ? | 28.1 | 1½ J. März 1823—Aug. 24, obs. Oudney 6, 12 u. 3h; Clapperton's Travels Afr. App. p. 262. Cor. n. Pad. m. Rücks. auf Var. v. Schouw. 11 Mon. März 182¾ (Febr. interp.) Med. = 29°.3; n. Kämtz = 28°.7. — $\frac{W.\ 22.6}{S.\ 29.6}$, $\frac{k.\ M.\ 20.6}{w.\ M.\ 33.7}$ cor. |
| Soccatu | 13. 5 | 3.52 - | 600? | 29.7? | Nur a. 4 Mon. Jan.—April 1824 u. 27, obs. Clapperton u. Lander, nach Berghaus' Phys. Atl. |
| 10° J. Socotora | 12.30 | 51.30 - | — | 28.1? | An d. Küste; aus 5 Mon. Jan.—März, Juni u. Juli 1834, Beob. an Bord des Schiffes v. Haines um 8 u. 8h. Wärmste Mon. 31°.4. Berg. As. J. V., Lond. Geogr. J. V. Wellsted Trav. Bergh. ber. a. einem Mon. J.: 29°.5. |
| Kano | 12. 0 | 7. 0 - | 1600 ? | 26.1? | Nur a. 5 Mon. Jan., Feb. 1824, Sept.—Nov. 27, obs. Clapperton u. Lander, n. Bergh. l. c. |
| Sierra-Leone Küste | 8.30 | 15.40W. | — | 27.2 | 1 J. 1793, obs. Winterbottom 4m. tgl., Std.? (Acc. of the Afric. of S. Leone I. 282). $\frac{W.\ 27.4}{S.\ 26.2}$. Ob sorgfält. ber. Md.? Bergh. phys. Atl. a. 4 J.: 26°.3? |

| Ort. | N. B. ° ′ | Lge. Par. ° ′ | Höh. P. F. | M. Jahr.-Tp. ° C. | Zeit der Beobachtung etc., Winter- und Sommertemperatur. |
|---|---|---|---|---|---|
| Freetown | 8.30 | 15.30 W. | ... | 27.2 | J. u. Std.? aus d. mon. Extr. ber.; dagg. giebt Martin, Br. Col., 26.3 u. 27°.8 an. |
| Dän. Colonien: Guinea (Christ., Adda etc.) | 5.30 | 2. - | ... | 27.4 | 1½ J., 16. Oct. 1783—Sept. 84, März—Juni 85, obs. Isert, 6, 1 u. 9h (wahr. Md.). k. M. 25.6; w. M. 28.8. I's Reis. Guin. 1788 Anhg. |
| Christiansborg | 5.24 | 2.10 - | ... | 27.2 | 3—4 J. März 1829—Oct. 31, Jan. 183¾, obs. Trentepohl u. Chenon, 6—7, 9, 12, 4 u. 9—10h, nach Pad. mit einer jährl. Cor.-Ziffer u. Rücksicht auf d. Var. corr. v. Schouw, Clim. Italie p. 118; $\frac{W.\ 27.4}{S.\ 25.5}$, $\frac{k.\ M.\ 24.6}{w.\ M.\ 29.2}$. |
| Quorra | 5—9° | — | ... | 29.3? | 1 J. Aug. 183¾, obs. Oldfield Std.? auf d. Schiffe a. d. Nigerfl. Unsicher. $\frac{k.\ M.\ 26.7}{w.\ M.\ 31.7}$. |
| Guinea-Küste (Zahn-, Gold-, Benin-K. und B. v. Biafra) | 3—4° | zwischen 10° W. u. 7° O. | — | 26.6 | A. 20 Mon. 1819—22, obs. Kelly um 8, 1 u. 8h; corr. Diese Mon. sind aus einer Reihe v. Schiffsbb. zw. d. Fl. Sierra Leone (8½° n.) u. d. Aequat. ausgewählt. Unsicher. Thoms. Ann. Phil. v. V. (Vgl. üb. d. Goldküste Monrad's Guin.). — $\frac{k.\ M.\ 25.4}{w.\ M.\ 28.4}$. |

## II. Süd-Afrika.

| Ort. | S. Br. | Lge. Par. | Höh. P. F. | M. Jahr.-Tp. ° C. | Zeit der Beobachtung etc., Winter- und Sommertemperatur. |
|---|---|---|---|---|---|
|  |  |  |  |  | Sechellen, Mahé: 4°38′ s., 53°5′ O.: 21.7? Nach Martin's sehr ungenauer Ang. Br. Afric. 119. Vgl. Sta. Cruz de Tener. — Oberguinea, Küstentp.: 28½°? Kastn. Arch. XVIII. — Congo 9° s.: 25½°, Schätzung n. Smith, v. Buch Pogg. A. XII. |
| Deadwood (St. Helena) | 15.55 | 8. 4 W. | ... | 19.6 | 2 J. Std.? obs. Short. Martin Br. Col. IV. 528. — James' Town: 22°.8. Zeit? n. Falconer Asiat. J. III. Ennis giebt 23°.3; v. Humb. n. Beatson 22—23° (l. is.). Aus Beatson's Angabe der j. Extreme in Plantation House u. der Diff. d. Temp., mit Jamest. vergl., folgt für letzteren Ort (Zimmertemp.!) 22°.8? Tracts relat. to S. Hel. by B. 1816 p. XXXIII. — W.: 20°; Agricult. Soc. Hel. Asiat. J. v. 22. |
| Port Louis (J. de France) | 20.10 | 55. 8 O. | 40 | 24.9 | 9 J. 1788—92, 1803, 04 (24°.8), 28 u. 31 (Md. 25°.7), obs. Lislet-Geoffroy (50 J. Obs. etwa nicht publ.) Trans. As. Soc. II. Beng. As. J. III. Freycinet Voy. I. 360. |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| J. de Bourbon | 20.52 | 53.10 - | 130 | 25.0 | Aeltere Angabe: 26°.7; a. Cossigny's Bb. 1732 fg. 27°.0! Cotte Mém. II. — Ort? 1837 a. 4 Beob., Mg., Mitt., Abd. u. Mittn. 22°.8; l'Inst. — $\frac{W.\ 21.7}{S.\ 28.4}$ (8 J.)<br>Powdermills im Innern, nö. v. P. Louis, J.? a. ⊙aufg., Nachm. u. ⊙untg.: 24°.4. Martin Br. Afr. p. 179.<br>{Mehrj. Bb. n. Not. statist. sur l. Col. Franç. t. II. p. 24. In Thomas' Stat. de Bourb. J.: 24°.95. Dasselbe Med. liefern 4 Mon. Jan., Apr., Juli u. Oct. 1818, obs. Desmolières. Billiard Voy. — W. 22.1; S. 26.7. |
| | | | | | Die Bai v. Antongil 15½°s. ist nach Le Gentil nicht kälter als Pondichéry? |
| Graaf Reynet | 32.11 | 23.40 - | 1100 | 16.8 | 1 J. Mai 18¹⁸/₁₉, obs. Knox, 6—7, 1 u. 7—8ʰ; Ed. Phil. J. v. V. |
| Tulbagh | 33.15 | 16.45 - | ... | 19.3 | (a. 2 J. 1821, 22?) Std.? n. Colebrooke, Ed. Phil. J. N. XVIII. p. 241. $\frac{W.\ 14°}{S.\ 25}$. — J.: 19°.1 n. Martin Br. Afr. p. 51. |
| Zwartland | 33.15 | 16.15 - | ... | 19.2 | Zeit? n. Colebrooke l. c., 19°.3 n. Löwenberg (s. u.), 19°.1 n. Martin. 2 J. zw. Juli 1821 u. Dec. 1823 a. d. mon. Extr.: 19°.6. |
| Stellenbosch | 33.50 | 16.20 - | ... | 19.1 | 3 J. 1821—23 Std.? Vor- u. Nachmittagsb., a. d. tgl. Bb. im Meteor. Diary v. mir berechn. Nach Colebrooke l. c. ebenso. Löwenberg a. d. Diary (1821—22?) 18°.95; d. J. 1821 aus Mg.- u. Nachm.-Bb. (Std.?) 18°.9, a. d. mon. Extr. dagg. 19°.5 (ebenso aus allen 3 J.). N. Martin 19°.2. — W. 14.0; S. 23.5 (3 J.). |
| Capstadt | 33.55 | 16. 2 - | ... | 19.1 | 10—11 J.: a) 2¾ J. 1810—12, J.: 18°.9; v. Freycinet ber. u. b) 8 J. α) Sept. 1818 —Juli 1821, obs. Wahlstrand, tgl. Extr.; β) Mai 1822—Aug. 26, obs. Pulemann 3mal tgl.; Std.? (einige Mon. fehlen), deren Med. 19°.2. Freyc. Voy.; v. Buch Pogg. XV., Cap-Zeitg. — v. Humb. l. isoth: 19°.4; Calc. Ph. Trans. v. IV: 19°.6; dasselbe Med. a. mehr. J. haben Colebrooke u. Martin l. c. — W. 14.8; S. 23.4 (a. 11 J.). |
| Zwellendam | 34. 0 | 18. 0 - | ... | 18.7 | Bergh. a. 10 J.: Jahr 19°.5; W. 14.2; S. 24.8. Phys. Atl. 4. Lief. 1821—22? $\frac{W.\ 16°}{S.\ 22}$. Beilage z. Uebers. von v. Humb. Fragm. Asiat. Aus 41 Mon. 1821—24, deren Med. aus den mon. Extr. ber. ist, erhalte ich dasselbe Jahresmittel! |

| Ort. | S. B. ° ′ | Lge.Par. ° ′ | Höh. P. F. | M. Jahr.-Tp. °C. | Zeit der Beobachtung etc., Winter- und Sommertemperatur. |
|---|---|---|---|---|---|
| George Town | 34. 0 | 20.20 O. | ... | 16.6 | N. d. Meteor. Diary (1821—22?); n. Löwenberg: 17.8. A. 14 Mon. zw. Nov. 1821 u. Sept. 23 erhalte ich nur J.: 16°.6 (tgl. Extr. oder Mg.- u. Nachmitt.-Bb.). |
| Hottentots Holland | 34. 2 | 16.28 - | 3500 ? | 13.1 | 2 J. Std.? Bergh. Phys. Atl. 4. — 1830? Std.?: 13°.8 n. Mart. Br. Col. IV. 51. |

# D. AMERIKA.

## A. NORD-AMERIKA.

### I. Westküste.

| Ort. | N. B. | W. Lge. | Höh. P. F. | M. Jahr.-Tp. °C. | Zeit der Beobachtung etc., Winter- und Sommertemperatur. |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | Kotzebue-Sund: Sept.-Tp. a. 2 J. 1826 u. 27: 6°.1, daher J. nahe 0° wahrsch. Beechey Voy. App. |
| Novo-Arkhangelsk (Sitkha) | 57. 3 | 137 38 | ... | 7.4 | 3 J. 1832—35 (einige Mon. fehlen), obs. v. Wrangell 1832 um 8, 12, 4 u. 8h, später 9, 12, 3 u. 9h. Corr. n. Leith u. a. neuen St. red. von v. Baer; Bull. Ac. Pétb. t. V. 128. — 1828 (alt. St.) a. d. mon. Extr. 7°.3, Kupffer im Bull., Pogg. XXIII; 1829 n. Erman corr. Md. aus 6, 12 u. 6h: 7°.1 (Kämtz' Met.), n. Lütke mit abweichender Angb. d. Bbstd.: 8°.2; a. beid. J. (mon. Extr.): 7°.7 u. a. 4 J. (29, 32—35): **7°.3.** Lütke Voy. aut. du monde. — **W. + 1.5; S. 13.5** (3 J.). |
| Illuluk (J. Unalaschka) | 53.52 | 168.45 | ... | 4.2 | 1¾ J. Oct. 1827—Juni 1829 (alt. St.), ungefähr um 8, 1 u. 9h, Md. 4°.4, n. Leith corr. Lütke Voy. I. p. 281 u. Kupffer l. c. (Bull. scient. Pet. 1833 t. II.) |
| Ft. George (Col.) | 46.18 | 125.20 | ... | 10.1 | 2 J. Juni 182½ u. Apr. 182¾, obs. Scouler; a. 6, 12 u. 6h; corr. Kämtz: 9°3; a. d. Jahreszeiten erhalte ich auch **10°.1.** Ed. J. Sc. v. VI. |
| Ft. Vancouver (Col.) | 45.38 | 122.34 | 60 | 11.4 | 3 J.: a) 183¾, obs. MacLoughlin 6 u. 6h; Compt. rend.: 12°.8, cor.; dasselbe Med. geben 6 u. 2h; u. b) Juni 1833—35, obs. Gairdner 7—8, 12, 3h u. ⊙untg., c. nach Pad., Plym., Leith. Die beiden letzten Jahre geben aus 7—8 Mg., 3h u. ⊙untg.: 11°.5 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | unc. James. Ed. N. Ph. J. 1835—6. — N. Kämtz, Zeit? J. 10.8; W. + 3.7; S. 18.4. |
| | | | | | Vorles. Meteor. W. 183$\frac{1}{4}$: + 3.1 cor. |
| | | | | | San Francisco, 37$\frac{1}{2}$° n., Decbrtp.: 10°.0. Erman's Reise. |

## II. Nordküste, Grönland, Labrador u. die Binnenländer nördl. v. 54° Br.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Winter Harbour (Melville J., Süd-Küste) | 74.47 | 113. 8 | — | — 18.7 | 1 J. Sept. 18$\frac{19}{20}$, obs. Parry 2-stdl. (i. Journ. Lond. Geogr. Soc. IX. detaill. veröffentl.). Md.: — 17°.0, ist wegen Einfl. d. Schiffswärme (2 bis 5° F.) nach d. versch. Mon. versch. corr. v. Richardson. N. Arago: — 18°.5 (Ann. Chim. t. 27). Parry Journ. 1821 p. 269 u. Ed. Phil. J. v. XII. — $\frac{W. - 33.5}{S. + 2.8}$; $\frac{-36.1}{+2.5}$ (n. Rich. Corr.). |
| Pt. Bowen | 73.14 | 91.15 | — | — 15.8 | 1 J. Sept. 182$\frac{4}{5}$, kaltes J.; obs. Parry. 2stdl. 3d. Voy. 1826. App. N. Richardson's Berechn.; die Bb. selbst geben — 15°.4. Im Sept. 1824 war die Länge zum Theil veränderlich u. östlicher. $\frac{W. - 31.7}{S. + 2.7}$; $\frac{-33.3}{+2.4}$ cor. Rich. |
| Upernawik (Grönl.) | 72.48 | 58.14 | — | — 8.7 | Zeit? N. Giesecke's Mitth. Brewster in Ed. Ph. J. N. Schouw a. 3 tgl. B. v. Cortsen, 11 Mon. 183$\frac{0}{1}$: — 8°.0. Pog. XXVI. |
| Grönland-S. | 72. | 22. | — | . . . | Sommertp. = + 1°.4; 1822, tgl. Extr. wahrsch.; ber. a. Scoresby's Bb.; Voy. to Greenl. App. IV. p. 430. |
| Omenak | 70.41 | 54.19 | — | — 8.6 | Zeit? N. Giesecke; Brewster ebd. |
| Victory Harbour. | 70. 9 | 93.54 | — | . . . | Med. des $\frac{1}{2}$ J. Oct. 1831 bis Apr. 32, obs. Thom ständl.: — 27°.9; W. — 33.6. Ross' Sec. Voy. App. XLIII. |
| Sheriffs Harb. | 70. 2 | 94.12 | — | — 16.6 | 1 J. Oct. 183$\frac{0}{1}$; ebd. — $\frac{1}{2}$ J. $\frac{\text{Oct. 1830}}{\text{Ap. 1831}}$ Md. — 28°.3. $\frac{W. - 32.2}{S. + 1.9}$. |
| Felix Harb. | 70. 0 | 94.13 | — | — 14.8 | 1 J. Oct. 18$\frac{29}{30}$; ebd. — $\frac{1}{2}$ J. $\frac{\text{Oct. 1829}}{\text{Ap. 1830}}$ Md. — 27°.3. $\frac{W. - 33.7}{S. + 4.8}$. |
| Boothia Felix | 70. 0 | 94.10 | — | — 15.7 | 2—3 J., 1829—32; a. d. vorigen 3 Orten; $\frac{W. (3 J.) - 33.2}{S. (2 J.) + 3.4}$. Dasselbe Jahresmittel geben die 2 Jahre Oct. 183$\frac{0}{2}$; v. Baer rechnet d. j. Med. — 16°.9. Bull. scient. Pét. t. II. N. 19; er hat für April — 31°.9, ich finde bei Ross aus 2 J. nur — 19°.2 u. s. w. D. Berechn. der v. B. mitgeth. mon. Mittel d. einzelnen Std. giebt ebenf. J.: — 15°.7. |

| Ort. | N. B. ° ′ | W. L. P. ° ′ | Höh. P. F. | M. Jahr.-Tp. ° C. | Zeit der Beobachtung etc., Winter- und Sommertemperatur. |
|---|---|---|---|---|---|
| Igloolik J. | 69.19 | 84.23 | — | −16.6 | 1 J. Sept. $182\frac{2}{3}$, 2-stdl. Bb.; Parry's 2d. Voy. N. Richards. red. weg. d. Schiffswärme. Arago hat, wegen Fehler in d. Mon. seiner Tab. nur — 13°.9. Ann. Chim. t. 27. Uncorr. Md. d. Bb. — 14°.7; d. Jahr Aug. 1822—23 giebt — 14°.6. — $\frac{W. - 29.7}{S. + 1.7}$; $\frac{- 32.6}{+ 1.5}$ c. Rich. |
| Godhavn (Grönl.) | 69.14 | 55.44 | — | − 5.5 | Zeit? N. Giesecke's Mitth. Ed. J. 4. A. Graah's 3 tgl. Beob. 6, 12 u. 8h ergiebt sich Oct. 1823—Juli 24: — 6°.2 (Dec.—Juli: — 6°.9) also d. Jahresmed. gegen — 5°. Fasting obs. 1830 u. 31; das 20-mon. Mittel = — 2°.2; Schouw in Pogg. XXVI. |
| Winter J. | 66.11 | 85.31 | — | −14.0 | 1 J. Juli $182\frac{1}{2}$, obs. Parry 2stdl., ber. v. Richards. Unc. Med. — 12°.3; n. Brewster — 14°.2 (Ann. Chim.; Ed. J. 2). Sec. Voy. NW.-Pass. 1824. Das J. Aug. $18\frac{21}{22}$: unc. — 12°.5. — $\frac{W. - 29.1}{S. + 1.5\ (68°\ Br)}$, $\frac{W. - 31.6}{S. + 1.7}$ corr. Rich. |
| Ft. Franklin (Gr. Bären-S.) | 65.12 | 125.33 | 200 | − 8.4 | $1\frac{3}{4}$ J. Sept. 1825—7, 1- u. 3-stdl.; n. Rich: Franklin's J., Ed. J. XI. etc. $\frac{W. - 27.2\ (2\ J.)}{S. + 10.2\ (1\ J.)}$. |
| Ft. Enterprise | 64.28 | 115.26 | 800 | − 9.9? | a. 9 Mon. Sept. 1820 fg., tgl. Extr., obs. Franklin u. Richardson (Journ.), v. Rich. ber. mit Interpol. u. wegen veränderter geogr. Br. in einigen Mon. auf 64° Br. red.; dasselbe Med. setzt Brewster. In Ann. de Chim. t. 27: — 9°.2, ohne Rücksicht auf die geringere Br. im Sommer 1820. — W. — 30.6; S. + 10.9 (64° Br.). |
| Godthaab | 64.10 | 54. 2 | — | − 3.3 | Zeit? n. Giesecke's Mitth. l. c. 6 Mon. Jan.—Juni 1787, obs. Ginge (Manh. Eph.) geben — 3°.9, der Frühling — 2°.3; 6 Mon. v. Wormskiold Dec. 1812 bis Mai 1813: + 0°.5, n. Schouw l. c. |
| Ft. Reliance (Sklav. S.) | 62.46 | 109. 1 | 330<br>600? | − 5.9? | a. Nov. 1833 bis Mai 34 u. Nov. 34 bis Febr. 35; Md. v. Nov. bis Mai: — 23°.0. Back 15m. tgl.; Arct. Land-Exped. App. p. 563. Jahresmittel durch Interpol. W. — 29°.1 (2 J.). |
| Slave Lake | 61.12 | 115.32 | 330? | − 6.9? | S. + 13°.9; durch Interp. die J.-Tp. ber. v. Richardson l. c. |
| Julianaeshaab | 60.43 | 48.21 | — | − 0.9 | Zeit? Nach Giesecke's Mitth., Brewster l. c. Frederikshaab in 62° n. Sommertp. + 6°.1 n. Müller. |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| (Athab. S.) | | | | | — 1°.6). Frankl. Journ. |
| Okak (Labr.) | 57.20 | 65.20 | — | — 3.2 | 2 J. Aug. $177\frac{7}{8}$ u. Aug. $\frac{78}{80}$; de la Trobe in Phil. Trans. f. 1779 p. 657 u. 1781 p. 197. Corr. v. Kämtz, Met. II. v. Humb. giebt — 2°.1, Brewster — 0°.6; bei Cotte — 1°.2. — **W. — 15.4 ; S. 8.1** corr. |
| Nain ( „ ) | 57.10 | 64.20 | — | — 3.6 | 3 J. Sept. $17\frac{77}{80}$, obs. 8, 12, 4 u. 8h; de la Trobe ebd.; v. Kämtz corr.; v. Humb. u. Cotte Mém. II. 473: — 3°.1; Brewster: — 1°.1; Meyer (plant. labr. p. 160): — 4°.2. — **W. — 18.5 ; S. 7.8.** |
| Cumberland House | 53.57 | 104.37 | 750 | 0.0 | 1 J. Sept. $18\frac{19}{20}$, obs. Franklin u. Richardson (Journ.) z. Theil tgl. Extr.; wegen Entfern. v. C. H. in einigen Mon. und Localeinflusses von Rich. corr. Kämtz: + 0°.2; Arago gegen — 1°.0. Ann. Chim. t. 27 (wenn die mehrere Breitengrade nördlichere Lage in d. Sommermon. nicht in Rechnung gezogen wird). $\frac{\text{W. — 15.7}}{\text{S. 14.0 (59° Br.)}}$; $\frac{\text{— 20.2}}{\text{19.9 (auf Cumb. red.)}}$ n. Rich. |
| .... | | | | | |

## III. Canada und die Verein-Staaten.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| St. John's (N. Foundl.) | 47.34 | 54.58 | ... | 3.7 | 3½ J. 1834—Jun. 37, obs. Templemann tgl. Extr. $\frac{\text{W. — 4.6}}{\text{S. 12.5}}$; **W. M. 14.9.** Lond. Met. Soc. Trans. v. I. |
| Quebek | 46.49 | 73.36 | ... | 5.4? | 4 J. n. v. Humb. l. isoth., Brewster Ed. J. IV. Kämtz a. 10 Mon., obs. Gauthier: 5°.6. Sehr unsichere Angaben bei Cotte Mém. II. 520 (1744—48). |
| Cape Diamond | „ „ | „ „ | 310 | 3.1 | 8 J. 1829—36, Std.? obs. Watt; s. Trans. Lit. Soc. Queb.; Martin Br. Col. I. |
| Ft. Brady (Mich., Sup. S.) | 46.39 | 87.16 | 560 | 5.2 | 3 J. 1823—25; a. 7, 2 u. 9h. Uncorrig. wie alle Med. aus denselben Stunden in Lovell's meteorol. Register for 1822—25. Washingt. 1826. Nach den stündl. Beob. in Europa sind diese Med. bis 0°.3 wahrscheinlich zu hoch. — Amer. Alman. f. 1834. |

| Ort. | N. B. ° ′ | W. L. P. ° ′ | Höh. P. F. | M. Jahr.-Tp. ° C. | Zeit der Beobachtung etc., Winter- und Sommertemperatur. |
|---|---|---|---|---|---|
| Igloolik J. | 69.19 | 84.23 | — | — 16.6 | 1 J. Sept. 182$\frac{2}{3}$, 2-stdl. Bb.; Parry's 2d. Voy. N. Richards. red. weg. d. Schiffswärme. Arago hat, wegen Fehler in d. Mon. seiner Tab. nur — 13°.9. Ann. Chim. t. 27. Uncorr. Md. d. Bb. — 14°.7; d. Jahr Aug. 1822—23 giebt — 14°.6. — $\frac{\text{W.} - 29.7}{\text{S.} + 1.7}$; $\frac{-32.6}{+1.5}$ c. Rich. |
| Godhavn (Grönl.) | 69.14 | 55.44 | — | — 5.5 | Zeit? N. Giesecke's Mitth. Ed. J. 4. A. Graah's 3 tgl. Beob. 6, 12 u. 8h ergiebt sich Oct. 1823—Juli 24: — 6°.2 (Dec.—Juli: — 6°.9) also d. Jahresmed. gegen — 5°. Fasting obs. 1830 u. 31; das 20-mon. Mittel = — 2°.2; Schouw in Pogg. XXVI. |
| Winter J. | 66.11 | 85.31 | — | — 14.0 | 1 J. Juli 182$\frac{1}{2}$, obs. Parry 2stdl., ber. v. Richards. Unc. Med. — 12°.3; n. Brewster — 14°.2 (Ann. Chim.; Ed. J. 2). Sec. Voy. NW.-Pass. 1824. Das J. Aug. 18$\frac{21}{22}$: unc. — 12°.5. — $\frac{\text{W.} - 29.1}{\text{S.} + 1.5\ (68°\ \text{Br.})}$, $\frac{\text{W.} - 31.6}{\text{S.} + 1.7}$ corr. Rich. |
| Ft. Franklin (Gr. Bären-S.) | 65.12 | 125.33 | 200 | — 8.4 | 1$\frac{3}{4}$ J. Sept. 1825—7, 1- u. 3-stdl.; n. Rich. Franklin's J., Ed. J. XI. etc. $\frac{\text{W.} - 27.2\ (2\ \text{J.})}{\text{S.} + 10.2\ (1\ \text{J.})}$. |
| Ft. Enterprise | 64.28 | 115.26 | 800 | — 9.9? | a. 9 Mon. Sept. 1820 fg., tgl. Extr., obs. Franklin u. Richardson (Journ.), v. Rich. ber. mit Interpol. u. wegen veränderter geogr. Br. in einigen Mon. auf 64° Br. red.; dasselbe Med. setzt Brewster. In Ann. de Chim. t. 27: — 9°.2, ohne Rücksicht auf die geringere Br. im Sommer 1820. — W. — 30.6; S. + 10.9 (64° Br.). |
| Godthaab | 64.10 | 54. 2 | — | — 3.3 | Zeit? n. Giesecke's Mitth. l. c. 6 Mon. Jan.—Juni 1787, obs. Ginge (Manh. Eph.) geben — 3°.9, der Frühling — 2°.3; 6 Mon. v. Wormskiold Dec. 1812 bis Mai 1813: + 0°.5, n. Schouw l. c. |
| Ft. Reliance (Sklav. S.) | 62.46 | 109. 1 | 330 600? | — 5.9? | a. Nov. 1833 bis Mai 34 u. Nov. 34 bis Febr. 35; Md. v. Nov. bis Mai: — 23°.0. Back 15m. tgl.; Arct. Land-Exped. App. p. 563. Jahresmittel durch Interpol. W. — 29°.1 (2 J.). |
| Slave Lake | 61.12 | 115.32 | 330? | — 6.9? | S. + 13°.9; durch Interp. die J.-Tp. ber. v. Richardson l. c. |
| Julianaeshaab | 60.43 | 48.21 | — | — 0.9 | Zeit? Nach Giesecke's Mitth., Brewster l. c. Frederikshaab in 62° n. Sommertp. + 6°.1 n. Müller. |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Ft. Chipewyan (Athab. S.) | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | — 1°.6). Frankl. Journ. |
| [illegible]k (Labr.) | 57.20 | 65.20 | — | −3.2 | 2 J. Aug. 177⅞ u. Aug. 7/8; de la Trobe in Phil. Trans. f. 1779 p. 657 u. 1781 p. 197. Corr. v. Kämtz, Met. II. v. Humb. giebt — 2°.1, Brewster — 0°.6; bei Cotte — 1°.2. — **W. — 15.4; S. 8.1** corr. |
| Nain ( „ ) | 57.10 | 64.20 | — | −3.6 | 3 J. Sept. 17[illegible], obs. 8, 12, 4 u. 8h; de la Trobe ebd.; v. Kämtz corr.; v. Humb. u. Cotte Mém. [illegible]. 473: — 3°.1; Brewster: — 1°.1; Meyer (plant. labr. p. 160): — 4°.2. — **W. — 18.5; S. 7.8.** |
| Cumberland House | 53.57 | 104.37 | 750 | 0.0 | 1 J. Sept. 18[illegible], obs. Franklin u. Richardson (Journ.) z. Theil tgl. Extr.; wegen Entfern. v. C. II. in einigen Mon. und Localeinflusses von Rich. corr. Kämtz: + 0°.2; Arago gegen — 1°.0. Ann. Chim. t. 27 (wenn die mehrere Breitengrade nördlichere Lage in d. Sommermon. nicht in Rechnung gezogen wird). $\frac{W. - 15.7}{S. \quad 14.0\ (59°\ Br.)}$; $\frac{-\ 20.2}{19.9\ (auf\ Cumb.\ red.)}$ n. Rich. |

## III. Canada und die Verein-Staaten.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| St. John's (N. Foundl.) | 47.34 | 54.58 | ... | 3.7 | 3¼ J. 1834—Jun. 37, obs. Templemann tgl. Extr. $\frac{W. - 4.6}{S. \quad 12.5}$; **W. M. 14.9.** Lond. Met. Soc. Trans. v. I. |
| Quebek | 46.49 | 73.36 | ... | 5.4? | 4 J. n. v. Humb. l. isoth., Brewster Ed. J. IV. Kämtz a. 10 Mon., obs. Gauthier: 5°.6. Sehr unsichere Angaben bei Cotte Mém. II. 520 (1744—48). |
| Cape Diamond | „ „ | „ „ | 310 | 3.1 | 8 J. 1829—36, Std.? obs. Watt; a. Trans. Lit. Soc. Queb.; Martin Br. Col. I. |
| Ft. Brady (Mich. Sup. S.) | 46.39 | 87.16 | 560 | 5.2 | 3 J. 1823—25; a. 7, 2 u. 9h. Uncorrig. wie alle Med. aus denselben Stunden in Lovell's meteorol. Register for 1822—25. Washingt. 1826. Nach den stündl. Beob. in Europa sind diese Med. bis 0°.3 wahrscheinlich zu hoch. — Amer. Alman. f. 1834. |

11

| | N. B. ° ′ | W. L. P. ° ′ | Höh. P. F. | M. Jahr.-Tp. ° C. | Zeit der Beobachtung etc., Winter- und Sommertemperatur. |
|---|---|---|---|---|---|
| | 19 | 84.23 | — | −16.6 | 1 J. Sept. 182$\frac{2}{3}$, 2-stdl. Bb.; Parry's 2d. Voy. N. Richards. red. weg. d. Schiffswärme. Arago hat, wegen Fehler in d. Mon. seiner Tab. nur — 13°.9. Ann. Chim. t. 27. Uncorr. Md. d. Bb. — 14°.7; d. Jahr Aug. 1822—23 giebt — 14°.6. — $\frac{W. - 29.7}{S. + 1.7}$; $\frac{-32.6}{+1.5}$ c. Rich. |
| | | 53.44 | — | − 5.5 | Zeit? N. Giesecke's Mitth. Ed. J. 4. A. Graah's 3 tgl. Beob. 6, 12 u. 8h ergiebt sich Oct. 1823—Juli 24: — 6°.2 (Dec.—Juli: — 6°.9) also d. Jahresmed. gegen — 5°. Fasting obs. 1830 u. 31; das 20-mon. Mittel = — 2°.2; Schouw in Pogg. XXVI. |
| | | 5.31 | — | −14.0 | 1 J. Juli 182$\frac{1}{2}$, obs. Parry 2stdl., ber. v. Richards. Unc. Med. — 12°.3; n. Brewster — 14°.2 (Ann. Chim.; Ed. J. 2). Sec. Voy. NW.-Pass. 1824. Das J. Aug. 18$\frac{23}{24}$: unc. — 12°.5. — $\frac{W. - 29.1}{S. + 1.5\ (68°\ Br.)}$, $\frac{W. - 31.6}{S. + 1.7}$ corr. Rich. |
| | | | 200 | − 8.4 | 1$\frac{3}{4}$ J. Sept. 1825—7, 1- u. 3-stdl.; n. Rich. Franklin's J., Ed. J. XI. etc. $\frac{W. - 27.2\ (2\ J.)}{S. + 10.2\ (1\ J.)}$. |
| | | | 800 | − 9.9? | a. 9 Mon. Sept. 1820 fg., tgl. Extr., obs. Franklin u. Richardson (Journ.), v. Rich. ber. mit Interpol. u. wegen veränderter geogr. Br. in einigen Mon. auf 64° Br. red.; dasselbe Med. setzt Brewster. In Ann. de Chim. t. 27: — 9°.2, ohne Rücksicht auf die geringere Br. im Sommer 1820. — **W. — 30.6; S. + 10.9** (64° Br.). |
| Gou… | | | — | − 3.3 | Zeit? n. Giesecke's Mitth. l. c. 6 Mon. Jan.—Juni 1787, obs. Ginge (Manh. Eph.) geben — 3°.9, der Frühling — 2°.3; 6 Mon. v. Wormskiold Dec. 1812 bis Mai 1813: + 0°.5, n. Schouw l. c. |
| | | | | | Nov. 1833 bis Mai 34 u. Nov. 34 bis Febr. 35; Md. v. Nov. bis Mai: — 23°.0. Back 15m. …Exped. App. p. 563. Jahresmittel durch Interpol. **W. — 29°.1** (2 J.). |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Ft. Churchill | 59. 2 | 95.30 | .. | −3.7 | 1 J. 176½; Kirwan Temp., v. Humb. l. isoth.; in Kämtz' Tab. J.: — 0°.0, W. ... S. 11.5 (eine andere Angabe ist S. — 15°.6; d. J.-Med. durch Interpol. n. Richardson |
| IV. Ft. Chepewyan (Athab. S.) | 58.43 | 113.38 | 470 | −4.7? | — 1°.6). Frankl. Journ. |
| Okak (Labr.) | 57.20 | 65.20 | — | −3.2 | 2 J. Aug. 177½ u. Aug. 1¾; de la Trobe in Phil. Trans. f. 1779 p. 657 u. 1781 p. 197. Corr. v. Kämtz, Met. II. v. Humb. giebt — 2°.1, Brewster — 0°.6; bei Cotte — 1°.2. — W. — 15.4; S. 8.1 corr. |
| Nain ( „ ) | 57.10 | 64.20 | — | −3.6 | 3 J. Sept. 17¾, obs. 8, 12, 4 u. 8h; de la Trobe obd.; v. Kämtz corr.; v. Humb. u. Cotte Mém. II. 473: — 3°.1; Brewster: — 1°.1; Meyer (plant. labr. p. 160): — 4°.2. — W. — 18.5; S. 7.8. |
| Cumberland House | 53.57 | 104.37 | 750 | 0.0 | 1 J. Sept. 18¼, obs. Franklin u. Richardson (Journ.) z. Theil tgl. Extr.; wegen Entfern. v. C. H. in einigen Mon. und Localeinflusses von Rich. corr. Kämtz: + 0°.2; Arago gegen — 1°.0. Ann. Chim. t. 27 (wenn die mehrere Breitengrade nördlichere Lage in d. Sommermon. nicht in Rechnung gezogen wird). $\frac{W. - 15.7}{S. \quad 14.0 \text{ (59° Br.)}}$; $\frac{-20.2}{19.9 \text{ (auf Cumb. red.)}}$ n. Rich. |
| . . . | | | | | |

III. Canada und die Verein-Staaten.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| St. John's (N. Foundl.) | 47.34 | 54.58 | . . . | 3.7 | 3¼ J. 1834—Jun. 37, obs. Templemann tgl. Extr. $\frac{W. - 4.6}{S. \quad 12.5}$; w. M. 14.9. Lond. Met. Soc. Trans. v. I. |
| Quebek | 46.49 | 73.36 | . . . | 5.4? | 4 J. n. v. Humb. l. isoth., Brewster Ed. J. IV. Kämtz a. 10 Mon., obs. Gauthier: 5°.6. Sehr unsichere Angaben bei Cotte Mém. II. 520 (1744—48). |
| 11 Cape Diamond | „ „ | „ „ | 310 | 3.1 | 8 J. 1829—36, Std.? obs. Watt; a. Trans. Lit. Soc. Queb.; Martin Br. Col. I. |
| Ft. Brady (Mich., Sup. S.) | 46.39 | 87.16 | 560 | 5.2 | 3 J. 1823—25; a. 7, 2 u. 9h. Uncorrig. wie alle Med. aus denselben Stunden in Lovell's meteorol. Register for 1822—25. Washingt. 1826. Nach den stündl. Beob. in Europa sind diese Med. bis 0°.3 wahrscheinlich zu hoch. — Amer. Alman. f. 1834. |

| Ort. | N. B. ° ′ | W. L. P. ° ′ | Höh. P. F. | M. Jahr.-Tp. ° C. | Zeit der Beobachtung etc., Winter- und Sommertemperatur. |
|---|---|---|---|---|---|
| Fredericton (N. Brunsw.) | 46. 3 | 69. 5 | ... | 5. 3 | Zeit? Mitgeth. v. Mc Grigor, Martin Brit. Col. I. |
| Ft. Mackinac (Hur. S.) | 45.51 | 87.25 | 570 | 4. 3 | 2 J. 1821, 22, obs. Beaumont, a. 7, 2 u. 9h unc. Met. Table f. 1821 u. Long's 2d. Exped. to Peter's Riv. (Keating). Philad. 1824. |
| Montreal | 45.31 | 75.55 | ... | 6. 4 | 12 J. 1826—37, obs. Arch. Hall u. M'Cord, 7 u. 3h; Md. 7°.1, corr.; 1828—34: 7°.9 unc. — $\frac{W. - 7.7}{S. \quad 20.5}$ cor. a. 10 J., deren Md. 6°.9 c. — James. Ed. J. XXI. 237; Pogg. A. XLI. 661; Brit. Assoc. Rep. 8th. |
| | | | | | Unter-Canada, Ort? 45° n. Br., J.: 5°.6 (1 J. 1820). N. Mc Grigor's Mitth. |
| | | | | | Ober-Canada, Ort? 42° n. Br., J.: 9°.1 (?J.). Bouchette Brit. Dom. in N.-Amer. I. 337. |
| Ft. Sullivan (Easport., Me.) | 44.54 | 69.16 | n. 0 | 5. 7 | 6 J.: a) 4 J. 1822—25; zu Sull. obs. Sargent. Lovell's Reg. $\frac{W. - 5.2}{S. \quad 15.5}$; u. b) 1833, 34 z. Eastp. Amer. Alm. 1836 p. 181. |
| Ft. Snelling (St. Anthony, Missis.) | 44.53 | 95.28 | 740 | 6. 9 | 5 J. 1820—22, 24, 25; obs. Purcell. Lovell's Met. Reg. etc. |
| Penetanguishene | 44.48 | 83. 0 | 570 | 6. 8 | 3 J. 1820, 8h Mg., 1823, 3h Nmittg. u. Mai 1824, 8, 12, 3 u. 8h (cor. 7°.2), obs. Todd; auf wahre Med. red. Frankl. Narr. 2d. Exp. App. 2. Geogr. Soc. Journ. vol. IX. 377. |
| St. Lawrence (N. Y.) | 44.40 | 77.20 | 370 | 6. 2 | zw. 1828—36, obs. Hale u. Pettibone; Mg. 6, 3h u. eine Std. nach ⊙untergg., daher wohl sehr nahe wahres Med.; dieselbe Zeit gilt für alle die folgenden Oerter, die aus einem Durchschnitt aus den „Returns of meteor. Observ. made to the Regents of the University of the State New-York" für d. einz. Jahre entnommen sind. Die Berechn. der Beob. im St. N.-York rührt von Rom. Beck u. Henry her. |
| Ft. Howard (Green B. Mich. T.) | 44.40 | 89.22 | 570 | 6. 9 | 4 J. 1822—25, obs. Wheaton. Lovell's Reg. W. — 7.2; S. 20.6. |
| Halifax (N. Scot.) | 44.39 | 65.57 | n. 0 | 6. 2 | 4¼ J. (einz. Mon. 1820—1828), tägl. Extr.; wahrsch. z. Halifax (N. Scot.). Halib. Hist. Acc. N. Sc. II. 348. — Ohne Angaben in Mart. Br. Col. I.: Jahr 4°.5 u. $\frac{W. - 6.8}{S. \quad 16.1}$ |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Middlebury (Vt.) | 44. 1 | 75.32 | . . . | 6. 4 | 1 J. 1815, Std.? Am. Alm. 1834. |
| Sackett's Harb. | 43.57 | 74.37 | . . . | 9. 2 | 2 J. 1820 u. 1821. Met. Reg. Unit. St. |
| Brunswick (Me.) | 43.53 | 72.15 | . . . | 5. 4 | Wahrsch. Med. a. mehreren Jahren. Std.? Am. Alman. |
| Lowville (N. Y.) | 43.47 | 77.45 | 760 | 7. 2 | 3 J. 1828—30. Met. Returns N. York. Ed. J. Sc. |
| Union Ellesburgh (N. Y.) | 43.46 | 78.31 | . . . | 7. 4 | ? J., zw. 1830—36. N. York Met. Ret. |
| Hanover (N.H.) | 43.40 | 74.30 | . . . | 5. 0 | 3 J.: Nov. 1834—37. Med. 4°.5 a. ⊙aufg., 1½ u. 9½h; Med. a. den beiden ersten Zeiten genommen. Vermont Chronicle, Am. Alm. v. VIII—X. Wegen d. kalten J. zu niedrig. |
| Portland (Me.) | 43.39 | 72.40 | — | 7. 6 | 2 J. 1821 u. 22, obs. Eaton in Long u. Keat. Narr. Pet. Riv. u. Met. Reg. Un. Stat. |
| Ft. Niagara (Out. S.) | 43.15 | 81.25 | 230 | 8. 6 | 1 J. 1822, obs. Ballard. Ebd. |
| Dover (N. Hamps.) | 43.13 | 73.14 | . . . | 6. 8 | 5½ J. 1833 bis April 38, obs. Tufts, ⊙aufg., 1 u. 10h. Am. Alm. f. 1836 p. 184 u. folg. J.; 1833 u. 34 geben 7°.3. Epping (N. Hamp.) obs. Plummer 2 J. 1833 u. 34: 7°.1. |
| Concord (N. Hs.) | 43.12 | 73.49 | . . . | 6. 9 | 10 J. 1828—37, obs. Farmer, ⊙aufg. (Herbst u. Wint. 6h), 12—2 u. 9h; 1828—35 geben J.: 7°.2; W. — 2.6; S. 25.9. |
| Lewiston (N. Y.) | 43. 9 | 84.30 | 270 | 9. 1 | 6 J. 1830—36, N. York Met. R. |
| Washington (N. Y.) | 43. 8 | 76. 1 | . . . | 10. 8 | 3 J. 1828—30, obs. Williams. N. York Met. R. |
| Rochester (N. Y.) | 43. 8 | 80.11 | 480 | 8. 5 | 5 J. 1830, 33—36. Ebdas. |
| Utica (N. Y.) | 43. 7 | 77.33 | 450 | 7. 4 | (11 J.?) 1826—36, obs. Prentice. A. 4 J.: 8°.8. M. Ret. N. York. Am. Alm. Repos. |
| Fairfield (N.Y.) | 43. 6 | 77.14 | 1180 | 6. 9 | zw. 1826 u. 36, obs. Kinnicut u. Chassel; a. a. O. |

| Ort. | N. B. ° ′ | W. Lg. P. ° ′ | Höh. P. F. | M. Jahr.-Tp. ° C. | Zeit der Beobachtung etc., Winter- und Sommertemperatur. |
|---|---|---|---|---|---|
| Portsmouth (N. Hampsh.) | 43. 5 | 73.16 | ... | 7. 7 | Zeit? Melliah's Descript.<br>Portsmouth Med. 1820: 7°.7. Met. Abst. |
| Ft. Constitution (Me.) | 43. 4 | 73. 9 | [illegible] | 8. 8 | 1 J. 1822, obs. Goodune bei Long u. Keating. Giebt nach 4 J. (nur) Obs. zu Ft. Howard das wahre Med. — |
| Ft. Crawford (Prair. du Chien. Missis.) | 43. 3 | 93.20 | 550 | 7. 4 | 3 J. 1821, 22 u. 24, obs. Mendenhall. Lovell's Met. Reg. |
| Onondaga (N. Y.) | 43. 2 | 78.30 | 390 | 9. 1 | 10 J.? 1826—29 u. zw. 31—36, obs. Woolworth. N. York Met. Ret. |
| Cambridge (N. Y.) | 43. 2 | 75.42 | ... | 7. 7 | zw. 1828—36, obs. Prime u. Stevenson. Ebd. |
| Johnstown (N. Y.) | 43. 0 | 76.28 | ... | 7. 3 | zw. 1828—36, mehrere Beobachter. Ebd. |
| Fayetteville (Vt., New Fane) | 42.58 | 75. 2 | ... | 7. 0 | 7 J. 1. Mai 1826—33, obs. Gen. Mart. Field; ⊙aufgg., 2 u. 9h. Silliman Amer. Journ. vol. XII. seq. (jährlich). $\frac{W. -6.1}{S. \ 18.9}$ (a. 6 J.. deren Med. 0°.2 geringer). |
| Pompey (N.Y.) | 42.56 | 78.25 | 1200 | 6. 5 | 11 J.? 1826—36, obs. Barrows, Howe u. Huntington. N. York Met. Ret. |
| Auburn (N.Y.) | 42.55 | 78.48 | 620 | 8 .6 | zw. 1828—36, obs. Rudd. Ebdas. |
| Canandaigua (N. Y.) | 42.54 | 79.37 | ... | 8. 2 | zw. 1828—36, obs. Howe u. Thurber. Ebdas. |
| Canajoharie (N. Y.) | 42.53 | 76.55 | 270 | 8. 1 | 1 J. 1830. Zu niedrige Jahrestp.? Ebdas. |
| Middlebury (N. Y.) | 42.49 | 80.30 | 760 | 8. 7 | 4 J. 1826, 28—30, obs. Cushing. Ebdas. 5 J. (1815 incl. n. Am. Alm.): 8°.3. |
| Lansingburgh (N. Y.) | 42.48 | 75.58 | — | 9. 2 | 11 J.? 1826—36, obs. McCall. N. York Met. R. |
| Hamilton (N. Y.) | 42.48 | 77.52 | 1060 | 6. 9 | zw. 1828 u. 36, obs. Morse. Ebdas.<br>Oneida Institute (Madison Co., N. Y.) zw. 1830—36: 6° 9. Ebdas. |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Cherry-Valley (N. Y.) | 42.48 | 77.26 | 1250 | 6. 9 | zw. 1828—36, obs. Dayton. N. York Met. R. |
| Schenectady (N. Y.) | 42.48 | 76.15 | 210 | 7. 9 | zw. 1829 u. 36. Ebdas. |
| | | | | | Cayuga, Aurora, 42°45′ n. 79°0′ w. 890′ h. 1830: 9°.7. Ebd. |
| Williamstown (Mass.) | 42.43 | 75.33 | 1000 ? | 7. 1 | 4 J. 1816—19, obs. Dewey, 7, 2 u. 9h. Mem. Am. Acad. v. IV. 386. Amer. Alm. f. 1834. 61. |
| Albany (N.Y.) | 42.39 | 76. 5 | 120 | 9. 2 | 17 J., obs. Romeyn Beek, 7, 2 u. 9h; cor. a. 9°.5. Met. Returns f. 1832. 11 J. 1826—36: 9°.2. N. York Met. R. |
| Ipswich (N.Y.) | 42.39 | 73.12 | ... | 10. 0? | 3 J. Obs. 1781—83, Std.? v. Humb. l. isoth. Ungenau, da das Therm. nicht völlig freie Expos. hatte. Kirwan Temp. |
| Andover (Mass.) | 42.38 | 73.27 | 180 | 8. 9 | {11 J. 1798—1808, obs. Jos. French, ⊙aufgg. u. Max.; — ⊙untergg. dazu ger. giebt 8°.7. $\frac{W. - 29}{N.\ \ 20.6}$ Mem. Amer. Acad. III. 399. Mitgeth. v. Farrar. |
| Hartwick (N. Y.) | 42.38 | 77.33 | ... | 7. 6 | 11 J.? 1826—36, obs. Hazelius u. Miller. N. York Met. R. |
| Deerfield (Mass.) | 42.35 | 74.59 | ... | 6. 6 | 1¾ J. März 1817 bis Nov. 18, obs. Hitchcock; 6, 2 u. 10h v. Mai b. Oct. incl.; 7, 1½ u. 10h in d. übr. Mon. Nach Salem um 0°.7 ca. zu erhöhen wegen der Beob.-Jahre. Sill. Am. J. IV. 333. |
| Salem (Mass.) | 42.31 | 73.14 | — | 8. 9 | 43 J. 1786—1828, obs. Holyoke; nach Padua corr. Mittel aus 8, 12, ⊙untergg. u. 10h: 9°.4; von Hale corr. 8°.4; Med. v. 1786—1818: 8°.7 c.; von 1807—24 8°.6 cor. Mem. of the Amer. Acad. v. II, IV u. N. S. I. 107. Berechn. v. Elisha Clap (im Auszug in Am. Alm. f. 1834 p. 54). Bestbestimmter Punkt in Amerika. Rom in fast gleicher geogr. Br.: 15°.5! — $\frac{W. - 2.4}{N.\ \ ...}$ (47 J.), $\frac{-2.3}{21.1}$ (43 J. unc.), $\frac{-2.1}{20.6}$ (corr.) |
| Franklin (N.Y.) | 42.30 | 79.34 | ... | 7. 5 | 2 J. 1829 (kalt) u. 30. N. York Met. Ret. |
| Ithaca (N.Y.) | 42.26 | 78.50 | 400 | 9. 1 | zw. 1828 u. 36; obs. Phinney. N. York Met. Ret. |
| Oxford (N.Y.) | 42.26 | 77.58 | 910 | 7. 2 | zw. 1829 u. 36. Ebd. |
| Fredonia (N. Y.) | 42.25 | 81.44 | 640 | 9. 0 | zw. 1830 u. 36. N. Y. Met. R. |

| Ort. | N. B. ° ′ | W.Lg.P. ° ′ | Höh. P. F. | M. Jahr.-Tp. °C. | Zeit der Beobachtung etc., Winter- und Sommertemperatur. |
|---|---|---|---|---|---|
| Grenville (N. Y.) | 42.25 | 76.41 | ... | 7.1 | zw. 1826 u. 36, obs. Wheeler. N. York Met. Ret. |
| Kinderhook (N. Y.) | 42.24 | 76. 5 | 120 | 7.9 | zw. 1830—36. Ebd. |
| Detroit (Mich.) | 42.24 | 85.18 | 530 | 10.1 | 3 J. 1818, 20—22, obs. Delavan. Met. Abstr. Unit. St., Long's Exped., Mellish's Descript. |
| Cambridge (Mass.) | 42.22 | 73.28 | — | 9.1 | 62 J., nach Padua corr. Med. a) 1742—74, obs. Winthrop, 7 u. 3ʰ, Med.: 10°.1; b) 1783—88, obs. Williams: 8°.1 u. 1790—1812, obs. Webber u. Farrar, 7, 2 u. 9ʰ: 9°.2. Mitgeth. v. Farrar in Am. Acad. Mem. III. 1809. p. 361. $\frac{W. -2.6}{S. \quad 21.2}$ a. 23 J.; $\frac{-5.2}{21.0}$ a. 29 J.; W. — 5.1 (a. 43 J.), Med. aus 7, 2 u. 9ʰ. |
| Boston (Mass.) | 42.21 | 73.24 | ... | 9.6 | 10 J. 1820—29; obs. 7, 2 u. 9ʰ. Sill. J., Am. Alm. W. — 1.4; S. 21.0. Boston Harbour 1821: 8°.8. Met. Abstr. Unit. St. |
| Medfield (Mass.) | ... | ... | ... | 8.2 | 12 J. 1821—32, obs. Sanders, ⊙aufg, 2 u. 9ʰ. Am. Alm. f. 1834 p. 56. $\frac{W. -3.0}{S. \quad 19.6}$ 18 engl. Meil. südw. v. Boston. |
| Delaware (N. Y.) | 42.17 | 77.14 | 1300 | 7.7 | 2 J. 1828 u. 30, obs. Johnson. N. York Met. R. |
| Hudson (N.Y.) | 42.14 | 76. 6 | 140 | 10.5 | 2 J. 1828 u. 29 (kalt), obs. Fairfield. Ebdas. |
| Westfield (Mass.) | 42. 6 | 75. 3 | ... | 9.8 | 2 J. Nov. 1824—6, obs. Davis, ⊙aufg., 2ʰ, ⊙unterg. u. 9ʰ. Nach Davis' u. Atwater's Beob. (im vor. Jahrhdt.) ist das Mittel 10°. |
| Redhook (N. Y.) | 42. 2 | 76.16 | ... | 8.7 | zw. 1830—36. N. Y. Met. R. |
| Kingston (N. Y.) | 41.55 | 76.26 | 180 | 9.8 | zw. 1829—36. Ebdas. |
| Providence (Rhode J.) | 41.50 | 73.45 | ... | 8.5 | Brown Univ.; 7 J.: 1810, 11, 17, u. 1832—35, obs. Caswell, ⊙aufg. (Winter) od. 6 (Sommer) 1 u. 10ʰ. Am. Alm. 1834 p. 61, 1836 p. 182 u. 1837. |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| [illegible] (N. Y.) | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| New Bedford (Mass.) | 41.38 | 73.16 | ... | 9.6 | 5 J. 1827—31; 4mal tägl. beob. Das Med. aus ⊙aufg., 2 u. 10h. Jährlich in Sill. J. |
| Montgomery (N. Y.) | 41.32 | 76.30 | ... | 9.5 | zw. 1828—36, obs. Millspaugh. N. Y. Met. R. |
| Newburg (N. Y.) | 41.31 | 76.21 | 140 | 9.7 | zw. 1828—36, obs. Burt u. Stark. N. York M. R. |
| Ft. Wolcott (Newport, Rh. J.) | 41.29 | 73.40 | — | 10.5 | 5 J. 1821—25, obs. Turner. Lovell's Met. R. — $\frac{W. + 0.2}{S. \quad 20.6}$ (4 J., Med. 10°.6). |
| Council Bluffs (Missur. T., Platte) | 41.25 | 98. 3 | 750 | 10.0 | 6 J. 1820—25, obs. Gale. Lovell's etc. Met. Reg. — $\frac{W. - 4.6}{S. \quad 23.8}$ (4 J., Med. 10°.5). |
| North Salem (N. Y.) | 41.20 | 75.57 | ... | 10.1 | 2 J. 1829 u. 30. N. York Met. Ret. |
| New Haven (Conn.) | 41.18 | 75.18 | ... | 9.6 | 1 J. 1827, giebt wahrsch. nahe d. wahre mittl. Tp. Das sehr heisse J. 1828 dazu gerechnet, würde d. Tp. auf 10°.5 erhöhen. Beob. v. Olmsted, ⊙aufg. u. 2—3h Leider sind die stündl. Beob. v. Loomis 1835 im Zimmer angestellt; ihr Med. ist = dem Mittags-Med. des Jahres 1827. Connect. Acad. Pap., Sillim. Journ. |
| Clinton (N.Y.) | 41. 0 | 74.39 | ... | 9.0 | zw. 1828—36, obs. Dayton. N. York Met. Ret. |
| Springmill (a. Shuylkill, Pen.) | 40.50 | ... | ... | 11.9 | 17 J., obs. Legaux Std.? Nach v. Humb. lign. isoth. 602. |
| New York (N. Y.) | 40.43 | 76.21 | — | 12.1 | 2 J. 1782—4, obs. Retif de la Serve. Cotte Mém. II. 479. Nach Picture of N. York, 1828. ist d. Med: 12°.8? |
| Ft. Columbus (N. York's Harb. N. J.) | 40.42 | 76.29 | — | 11.6 | 5 J. 1820, 22—25. Lovell M. R., Mellish Descript. Mit den vorigen 2 J. verbunden: 11°.8. |
| Union-Hall (N. Y.) | 40.41 | 76.16 | ... | 9.9 | 11 J.? 1826—36, obs. Potter. N. York Met. R. |
| Erasmus-Hall (N. Y.) | 40.37 | 76.18 | ... | 10.8 | 11 J.? 1826—36, obs. Kidder. Ebdas. |
| Pittsburgh (Pa.) | 40.32 | 82. 8 | ... | 12.3 | 1 J. 1820 a. Report West. Stat. Flint. |

| Ort. | N. B. ° ′ | W. Lg. P. ° ′ | Höh. P. F. | M. Jahr.-Tp. ° C. | Zeit der Beobachtung etc., Winter- und Sommertemperatur. |
|---|---|---|---|---|---|
| Middletown (N. J.) | 40.24 | 76.33 | ... | 12.1 | 3 J. Juni 1831—34, obs. Jenkins, ⊙aufg., 2 u. 9h; die beiden ersten Zeiten geben 12°.5. Sill. Am. J. |
| Germantown | 40. 3 | 77.37 | 190 | 11.3 | 9 J. Juni 1819—Aug. 1828, obs. Haines, Morg., Mitt. u. Abend (Std.?). Mitgeth. v. Darby Unit. States. |
| Zanesville (Oh.) | 39.59 | 84.20 | ... | 13.2 | 1 J. 1819. Unit. St. Met. Rep. |
| Philadelphia (Pa.) | 39.57 | 77.31 | — | 11.9 | 20 J., 1807—26, obs. James Young, Phil. Insurance Office, Std.? bei Darby. Um annähernd das aus d. Beob. folg. Med. 14°.7 zu red., konnte ich nur v. Humb. Angabe 12°.7 für 7 Jahr zur Corr. d. ganzen Beob.-Reihe anwenden; dies ergab 13°.3. Eine 2te auch unsichere Corr. aus 7 J. gleichzeit. Beob. zu Germantown auf die ganze Reihe ausgedehnt, gab dagegen nur 10°.4. A. beiden Medien ist d. Mittel gesetzt. Dieselbe Grösse giebt d. Mittel aus Rush's Angabe: 11°.4 u. Coxe's: 12°.3. Die kalt. J. 1836—38, obs. Cpt. Mordecai Std.? 10°.4; Frankl. Inst. Journ. Nach d. Reports hat 1820: 12°.0 (Normaljahr in Salem). Humb. l. isoth., Drake View of Cincinn. p. 116. — A. Ft. Mifflin 2 J. Bb. auf vielj. Med. red.: 12°.8. — $\frac{W.\ +1.1}{S.\ \ 24.0}$ (7 J.). |
| Ft. Mifflin (Delaw.) | 39.52 | 77.32 | — | 12.9 | 2 J. 1823, 24. Lovell's Met. Reg. |
| Wilmington (Del.) | 39.41 | 77.48 | ... | 10.7 | 1 J. Aug. 183$\frac{4}{5}$. Am. Alm. f. 1836 p. 184. |
| Marietta (Ohio) | 39.25 | 83.50 | 600? | 11.6 | 11 J. 1826—36 (1828—34: 11°.9); obs. Hildreth, ⊙aufgg. (6h Sommer u. 7h Wint.) 2 u. 9h. Jährl. in Sill. Am. J. — Hildr. setzt das wahre (?) Mittel um $\frac{1}{2}$° höher. $\frac{W.\ +0.7}{S.\ \ 22.1}$ (a. 10 J. 1827—36). Das J. 1819 (Std.?) hinzuger., giebt d. Med. des Jahres 11°.7. |
| Chillicothe („) | 39.20 | 85. 7 | ... | 14.9 | Nur 1 J. 1819. Std.? Unit. St. Rep. Flint. |
| Baltimore (In d. Nähe v. B.; Md.) | 39.17 | 78.58 | ... | 11.6 | 8 J. 1817—24, obs. Brantz, ⊙aufg., 2 u. 10h. Companion to the Amer. Alm. f. 1834 pt. I. p. 53. W. + 1.2; S. 23.1. |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Cincinnati (Oh.) | 39. 6 | 86.47 | 500 | 12. 4 | 9 J. 1806—13, obs. Mansfield. Drake View Cinc. p. 94. W. + 0.5; S. 22.8; u. 1819 Med. 13°.7 Std.? Met. Abstr. |
| Ft. Severn (Annap., Mary.) | 38.58 | 78.52 | — | 14. 1 | 1 J. nur, 1822, obs. Claude. Lovell's Met. R. Ft. Washington 1821: 14°.9. Met. Abst. Unit. States. for 1821. |
| Washington City (D. C.) | 38.53 | 79.22 | . . . | 13. 5 | 6 J. 1820, 21, 23—25, Mai 182?, obs. Little u. Meigs, 7, 2 u. 9h; nach Darby. |
| St. Louis (Missur.) | 38.36 | 91.56 | 520 | 12. 9 | 7 J. 1830—36? ⊙aufg., 2 u. 9h. Die 3 J. 1817, Mai 181? u. 1820, obs. Giddings (Std. 7, 2 u. 9h?) her. v. Lew. Beck, geben folg. Med.: J. 13°.5; $\frac{W. + 1.4}{S.\ 24.1}$. Vielleicht sind diese in den vorigen 7 J. eingeschlossen. Beck Gazetteer of Illin. and Missouri 1823. p 197. Sill. Am. J. W. + 0.3; S. 24.0. |
| Jeffersonville | 38.12 | 87.56 | . . . | 15. 7 | Zu hoch. Nur ein (sehr warmes) Jahr 1819. Met. Abstr. |
| New Harmony (Ind.) | 38.11 | 90.14 | 320 | 13. 7 | Nach Troost's Obs. 1826 u. 27 geben 13°.8; 3 J. Juli 1826—28: 13°.7. Aus New Harmony Gaz. bei Darby p. 379. Amer. Trans. 1824. p. 7. Frankfort (Kent.) 38°14′ n. 87°0′ w. ?′ h.: 10°.1, Med. 1815. Am. Alm. f. 1834. |
| (Bei) Charlottesville (Va.) | 38. 0 | 80.20 | . . . | 15. 4? | 6 J. 1823—28, obs. Watson ohne nähere Angaben. Am. Alm. f. 1836. p. 184. Juli 183¼ aus ⊙aufg. u. 2h: 13°.2. Alm. f. 1839. p. 139. Also a. 7 J.: 15°.1? |
| Richmond (Va.) | 37.32 | 79.48 | . . . | 13. 8 | 14 J. 1824—37, obs. Chevalier; Morg., Mitt. u. Abd., Std.? Brit. Assoc. 8th. Rep. A. 4 J. (1824—27): 13°.4, n. Darby. |
| Williamsburg (Va.) | 37.15 | 79. 3 | . . . | 14. 5 | 6 J. 1772—77, obs. Jefferson; zu hoch? v. Humb. lign. isoth. 602. — 3 J. 1760—62, obs. Fauquier, 8 u. 2h, auf wahre Med. reduc.: 13°.5 (Kämtz). Cotte Mém. II. 606. |
| Norfolk (Va.) | 36.51 | 78.29 | — | 17. 5? | 1 J. 1822, obs. Archer, bei Long u. Keating Exped. Pet. Riv. |
| Nashville (Tenn.) | 36.10 | 89. 9 | . . . | 15. 4 | nur 1 J. 1834, obs. J. Hamilton. Am. Alm. f. 1836. p. 184. |

IV. 12

| Ort. | N. B. ° ′ | W. Lg. P. ° ′ | Höh. P. F. | M. Jahr.-Tp. ° C. | Zeit der Beobachtung etc., Winter- und Sommertemperatur. |
|---|---|---|---|---|---|
| Chapel Hill (N. Car.) | 35.54 | 81.19 | ... | 15.3 | 2 J. 1820 u. 21, obs. Caldwell. Std.? Vom Jahr 1822 sind d. Beob. nicht ganz zuverlässig; dadurch würde d. Med., a. 3 J., auf 15°.7 erhöht werden. Sill. Am. J. v. X. 294. W. + 5.4; S. 25.2 (3 J.). |
| Huntsville | 34.36 | 89.17 | ... | 17.6 | 1 (warmes) J. 1819. Met. Abstr. Vgl. Jeffersonville p. 113. |
| Ft. Johnston (Smithville, N. C.) | 34. 0 | 80.25 | ... | 19.3 | 5 J. 1820 u. 1822—25. Lovell's etc. Met. Reg. $\frac{W.\ 11.3}{S.\ 26.7}$ (4 J.). |
| Charleston (Ft. Moultrie, S. C.) | 32.47 | 82.17 | — | 18.6 | 8 J. 1738—42: 18°.9 und 1822—24: 18°.1. Am. Alm. 1834 u. Lovell's Met. Reg. Vgl. Drayton View of S. Carolina. |
| St. George's (Bermudas-J.) | 32.20 | 67.10 | 56 | 19.7 | 1 J. Juli 183$\frac{6}{7}$, obs. Emmett tägl. Extr. Phil. Mag. (Lond. Edinb.) 3. Ser. vol. XI. u. XII. Montg. Martin (Br. Col. II.): 23°.2? ohne Angaben. — S. 25°.4 (2 Jahre). |
| Savannah (Geo.) | 32. 5 | 83.27 | ... | 19.5 | 3 J. Juni 1832—34, obs. Williams Std.?: 20°.7. Sill. Journ. XXV u. XXVII; u. Juni 183$\frac{7}{8}$, obs. Oemler um 8, 2 u. 6h nach Pad. corr.: 19°.5; dieselben Stunden sind für die ersten 2 J. angenommen. Am. Alm. v. IX. p. 183. $\frac{W.\ 11.8\ (4\ Jahr)}{S.\ 26.9\ (3\ Jahr)}$. |
| Mississipi Ter. bei Natchez (La.) | 31.34 | 93.45 | 180 | 18.4 | 4 J. 1799—1802, obs. Dunbar. Amer. Phil. Soc. VI. p. 23 u. Humb. MS. $\frac{W.\ 9.2}{S.\ 26.2}$. |
| Gloster Place | do. | ... | ... | 18.3 | 9 J. 1810—18, Std.? Mississ. Republ. Gaz. 1819. $\frac{W.\ 10.0}{S.\ 25.4}$. 2 engl. M. südl. v. Natchez. |
| Jesup Cantonm. (b. Natchitoches La.) | 31.30 | 96. 9 | 140 | 20.2 | 3 J. 1823—25. Lovell's Met. Reg. W. 11.9; S. 28.4. |
| Ft. Scott | 30.43 | 86.45 | ... | 20.4 | 1 J. 1820. Met. Abstr. Flint. |
| Fernandina (Fl.) | 30.35 | 84.55 | — | 21.1 | 2 J. 1820 u. 21. Met. Abstr. Unit. St. |
| Baton Rouge (La.) | 30.26 | 93.25 | 60 | 20.0 | 1 J. 1822, obs. Harney. Long u. Keating Exped. u. Lovell Met. R. |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Cant. Clinch (Pensacola, Flor.) | 30.24 | 89.34 | ... | 20. 4 | 3 J. 1822—24, obs. Elliot u. McMahon. Lovell's Met. R. $\frac{W.\ 11.9}{S.\ 27.7}$. |
| New-Orleans (La.) | 29.58 | 92.27 | ... | 19. 4 | 4 J. 1833—36, obs. Barton, ⊙aufg., Mitt. u. ⊙untg. Sill. Am. J. XXXI. Am. Alm. v. IX. p. 185. W. + 11.8; S. 26.5. |
| St. Augustine (Flor.) | 29.48 | 83.55 | ... | 22. 3 | 1 J. 1825. Lovell's Met. R. |
| Ft. St. Philip (La.) | 29.29 | 91.41 | — | 20. 8 | 2 J. 1821 u. 22, obs. Lea. Long u. Keating's Exped. u. Met. Abst. Unit. Stat.; 1822 Med. 21°.2. |
| Ft. King (Fl.) | 29. 3 | 84.30 | ... | 22. 3 | 1 J. Sept. 183½, 7, 2 u. 9h. (Berghaus' Ann. XII. 337, corr. 22°.1.) |
| Cant. Brooke (Fl.) | 27.57 | 84.55 | — | 22. 4 | 1 J. 1825. Lovell's Met. Reg. Sumpfgegend. |
| Key West (Flor. Keys) | 24.34 | 84.13 | — | 24. 8 | 6—7 J. 1830—32 u. 34—37 (10 Mon. fehlen), obs. Whitehead. Amer. Alm. f. 1836 fg. Pogg. A. XLIII. Dasse be Medium geben die ersten 5 J.; die Beob. wurden bis 1832 incl. um ⊙aufg., 2 u. 10h, von 1834 an mit einem Rutherfordschen Therm. angestellt. Südlichste Stadt der Verein-Staaten. N. Kämtz, Zeit? J.: 25°.2; $\frac{W.\ 22.6}{S.\ 28.7}$. Ich erhalte: $\frac{W.\ 21.1\ (Jan.\ u.\ Febr.\ 7;\ Dec.\ 5\ J.)}{S.\ 27.9\ (6\ J.\ Beob.)}$ u. $\frac{k.\ M.\ 20.7}{w.\ M.\ 28.1}$. — Einfluss d. Golfstroms. |

## B. MEXIKO UND WESTINDIEN.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Nassau (N. Provid., Bahama J.) | 25. 0 | 79.50 | ... | 25. 8? | Zeit? M. Martin Brit. Colon. II. In der Nähe des Golfstroms. |
| Habana | 23. 9 | 84.43 | (90) | 25. 2 (25.0) | 10 (od. 8) Jahre. — 1794 obs. um 6 od. 7, 12 od. 3 u. 10h; a. d. tgl. Extr.: 27°.5 (ganz unzuverlässig, und deshalb nicht benutzt). — 3—4 J., März—Dec. 1800, obs. Ant. Robl(r)edo dies. Std., jedoch im Zimmer; 1801 (zu Habana?), 1806 u. 07; ob dieselb. Std. u. ebenso aufgestellt? Jahr: 24°.85; $\frac{W.\ 21.0}{S.\ 29.0}$; $\frac{k.\ M.\ 20.1\ (3\ J.)}{w.\ M.\ 29.6\ (4\ J.)}$. — 3 J. 1810—12, obs. J. Ferrer tgl. Extr.?: Jahr: 25°.7: $\frac{W.\ 21.8}{S.\ 28.5}$; $\frac{k.\ M.\ 21.1}{w.\ M.\ 28.8}$. Nach R. de la Sagra leiden die Beob. in der Stadt wegen ihrer Lage an Localitäts-Einfl., |

| Ort. | N. B. ° ′ | W. Lg. P. ° ′ | Höh. P. F. | M. Jahr.-Tp. ° C. | Zeit der Beobachtung etc., Winter- und Sommertemperatur. |
|---|---|---|---|---|---|
| (Habana) | (23.9 | 84.43) | | | durch den die Temp. erhöht wird. Er hält seine Beob. (Aug. 1823—1. Apr. 35) für möglichst frei davon; sie sind ausserhalb d. Stadt angestellt, doch wohl nicht im Zimmer (Cuba I. p. 103: „en la casa del Jardin botan. (?)“ Er scheint die tägl. Extreme beob. zu haben; doch steht in Humb. Voy. t. XII. 199. bei mit seinen Angaben übereinstimmenden Med. f. 1825, er habe 3mal tgl. obs.! Seine Instrumente waren mit denen des Paris. Observ. verglichen. Aus den vollständigen 7 Beob.-Jahren 1825—31 ergiebt sich Jahr: 25°.05; $\frac{\text{W. 22.6}}{\text{S. 27.4}}$; $\frac{\text{k. M. 21.9}}{\text{w. M. 27.5}}$. — Aus Ferrer's u. Sagra's Beob. in 10 J. ergiebt sich: J.: 25°.25; $\frac{\text{W. 22.4}}{\text{S. 27.7}}$; $\frac{\text{k. M. 21.6 (Jan.)}}{\text{w. M. 27.9 (Aug.)}}$. Vgl. Matanzas. Rechnet man 1806 u. 07 (Std.?) Obs. in der Stadt hinzu, so ergiebt sich J.: 25°.36. — Frühere Angaben: 24°.8; 25°.3. Aus 6 J. n. Kämtz J.: 25°.5; $\frac{\text{W. 22.0}}{\text{S. 28.5}}$; $\frac{\text{k. M. 21.3}}{\text{w. M. 28.7}}$. Aus 8 J. (bis 1829) J.: 25°.4; $\frac{\text{W. 22.5}}{\text{S. 27.8}}$; $\frac{\text{k. M. 21.8}}{\text{w. M. 27.9}}$. Die Med. z. Theil a. d. MS. v. Humb. u. Sagra mitgeth. H's Voy. t. XI, XII; Conn. d. tems, 1817. p. 338. Ramond de la Sagra verbessert seine ältere Angaben (in Mem. Soc. econ. Haban., Anaes d. Cienc. Hab. 1830., Mem. Hortic. Cubana. New York 1827; daraus auch in Ann. Chimie t. 33, Bibl. univ. Génève; Hist. econ. stat. de Cuba. Hab. 1831) in d. Hist. fisica etc. de la Isla de Cuba I. 96 fg. Einfluss des Golfstroms in N. u. W. Vgl. Calcutta, Canton u. Macao, Rio-Janeiro. |
| Ubajay (Cuba) | 23... | .... | 290 | 23. 0 | 4—5 J. Dec. 1795—Febr. 1800, obs. Robl(r)edo 7, 12 u. 10h (nahe wahr. Med.). $\frac{\text{W. 18.0 (5 J.)}}{\text{S. 28.3 (4 J.)}}$; $\frac{\text{k. M. 17.2}}{\text{w. M. 28.7}}$. — 5 Seemeilen v. la Habana auf einem Plateau. A. d. MS. b. Humb. Voy. XI, XII. (Sagra l. c.) |
| Guanabacoa (Cuba) | .... | .... | ... | 24. 8 | 1 J. Oct. 18$\frac{41}{42}$, obs. um 6, 12 u. 9h (nahe wahr. Md.). Huber Aperçu stat. de Cuba. p. 199. 4—5 M. v. Habana. |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Matanzas (Cuba) | 23. 2 | 83.58 | 110 | 25. 5 | 3 J. 1833—35, obs. Mallory ⊙aufgg., 2h u. ⊙untgg.; Med. 25°.8, corr. Aus der Diff. d. Bb. der tgl. Extr. mit jenen 3 tgl. im J. 1835 ergiebt sich das corr. Md. 25°.7. $\frac{W. 24.8}{S. 28.3}$ (1 J.); $\frac{22.8}{27.6}$ (3 J.), $\frac{k. M. 21.5}{w. M. 27.5}$ unc. Vgl. Habana. |
| Veta grande (bei Zacatecas) | 22.50 | 104.45 | 8030 | 13. 8 | 2 J. 1829 u. 30, obs. Burkart $8\frac{1}{2}^h$ Mg. u. $4\frac{1}{2}^h$ Abd. i. Zimmer? (Med. 14°.1). corr. n. Var. B's Reise in Mexiko I. $\frac{W. 10.1}{S. 16.2}$, $\frac{k. M. 9.8}{w. M. 17.5}$ unc.; $\frac{W. 9.6}{S. 16.0}$, $\frac{k. M. 9.0}{w. M. 17.3}$ cor. Veta gr. liegt 2 leguas n. v. Zacat. |
| Dominica (bei C. Français) | 19.46 | 74.38 | ... | 26. 6 | 1 J. Mai 178$\frac{4}{5}$, gute Bb. um 7, 12, 3 u. 7h (Med. 27°.3), corr. Voy. d'un Suisse dans differ. Colon. d'Amér. 1786, p. 336. Bei Kirwan Est. Temp.: 27°.2. |
| Tlalpujahua | 19.45 | 102.25 | 7870 | 15. 4 | 1 J. Sept. 182$\frac{4}{5}$, obs. Burkart um 8, 2 u. $6\frac{1}{2}$ (Md. 15°.6), corr. n. tgl. Var. — $\frac{W. 12.7}{S. 17.5}$, $\frac{k. M. 12.1}{w. M. 19.0}$ unc.; $\frac{W. 12.6}{S. 17.1}$, $\frac{k. M. 12.0}{w. M. 18.0}$ cor. B's Reise I. |
| Camp de Louise (Domingo) | 19.42 | .... | ... | 25. 1 | Juni 1775—Sept. 76, obs. Thomas 3mal tgl. Cotte Mém. II. 294. Bei C. Français. Tivoli (St. Dom.) Höhe? 23°.3 (1779; Kirwan Temp.). |
| Xalapa | 19.30 | 99.15 | 4060 | 18. 2 | Zeit? v. Humb. lig. isoth. 579. — Valladolid de Mechoac.: 19°42′ n. 103°12′ w. 6000′h.: 18°.0. — Real del monte, 8600′h.: 14°.0. Encero: 19°.8. v. Humb. Nov. Gen. t. I. |
| Mexiko | 19.26 | 101.26 | 6990 | 16. 3 | 1 J. 1826, obs. 7, 3 u. 11h (Md. 15°.9), n. Var. (⊙einfl.?) cor.; Burk. Mex. I. Alzate's Bb. Ap.—Dec. 1769 7 u. 6h geben f. 9 Mon. 16°.6; Cotte Traité p. 339. u. Mém. II. Nach v. Humb. l. isoth., Neu-Spanien IV. u. Voy. I.: **17°.0.** Wohl zu hoch sind die Angaben (Std. unbekannt): 19°.8, Lyon's Mex. 1828. II. 196 (Richardson); Sommer: 20°.7; u. ferner 19°.9 für Mai 183$\frac{2}{3}$ n. v. Gerolt's Mitth. — $\frac{W. 12.0}{S. 18.4}$; $\frac{k. M. 11.1}{w. M. 18.5}$ unc. Burk. |
| Toluca | 19.16 | 101.42 | 8240 | 14. 0 | Zeit? Lyon's Mexiko ebd.; v. Humb.: **15°.** |
| Vera Cruz | 19.12 | 98.29 | — | 25. 4 (24.6)? | 13 J. Apr. 1791—1803, obs. de Orta an Dollondschen verglichn. Therm. 6, 12, 4 u. 10h; a. d. Mittagsmed. corr. von v. Humb. Nouv. Esp. IV. Ch. 12. u. Manuscr. Aus 5 J. (?) nach Kämtz 25°.0 (Temp. Taf. Meteor. II.). Nach Madras corr. wäre d. Med.: **23°.8,** nach Lütke's Bb. auf d. still. Ozean: **25°.46.** Dieser Schatz von Beob. ist vielleicht verloren gegangen. — $\frac{W. 21.8}{S. 27.5}$; $\frac{k. M. 22.1}{w. M. 27.7}$. — In einer dürren Ebene. |

| Ort. | N. B. ° ′ | W.Lg.P. ° ′ | Höh. P. F. | M. Jahr.-Tp. ° C. | Zeit der Beobachtung etc, Winter- und Sommertemperatur. |
|---|---|---|---|---|---|
| Puerto Rico | 18.29 | 68.33 | ... | 26.9 | J.? obs. José Vertez um 7, 12 u. 5h (Med. 27°.4), corr. Flinter Acc. present State of Puerto R. 1834. |
| St. Domingo | 18.29 | 72.20 | ... | 27.3 | Zeit? Kretschmar Zeitschr. f. Met. I. N. Kirwan (Temp. p. 157): 27°.2; n. Sagra's Cuba: 26°.2. |
| St. Bernard's (Tortola) | 18.27 | 67. 0 | 800 | 26.0 | 3 J. 1831—33, a. 6, 2 u. 6h, corr. $\frac{\text{k. M. 24.2}}{\text{w. M. 27.3}}$ c. Berghaus' Almanach 1837. |
| St. Thomas (Virg. I.) | 18.21 | 67.16 | ... | 27.3 | 1 J. 1833, a. 6—7, 4 u. 8h. W. 26.6; S. 28.2? Ebdas. |
| Port Antonio (Jam.) | 18.20 | 78.40 | ... | 25.3 | 2 J. 1819 u. 20, obs. Arnold Mg. u. Mittgs. Brewster, dessen Formel 23°.9 giebt, hält das Mittel noch für zu hoch (?). Edinb. Phil. J. v. 7. An der Nordküste. Kingston, a. d. Südküste v. Jam., soll 26°.7 haben. Ebdas. Spanish Town, a. d. Südküste v. Jam., soll 27°.2 haben. Kirwan. |
| Jamaica | (17.50? | 79. 2?) | ... | 26.1 | Ohne Ortsangabe. 5 J. 1786—90, obs. Col. Lindsay 3mal tgl. Die Zeiten der Extreme (☉aufg. u. 1—2h) geben 26°.1; 8—9h Abd. hinzuger. ein nur um 0°.1 niedrigeres Medium. $\frac{\text{W. 24.6}}{\text{S. 27.8}}$; $\frac{\text{k. M. 24.4}}{\text{w. M. 28.1}}$. Mitgeth. v. Trevelyan in James. N. Edinb. J. 1827. |
| Chilpantzingo | 18.11 | ... | 4250 | 20.6 | Zeit? Humb. l. isoth. p. 579. Auf einem wärmestrahlenden Plateau, a. d. Westabfall. |
| Stoney Hill | 18. 5 | 79. 8 | 1200 | 23.7 | ? J. Md. a. 6, 2 u. 6h (24°.0; Berghaus' Temp.-Taf., wo die Höhe 1880′) corr. Tulloch's Report Sickness Westind. |
| Up-ParkCamp (Jam.) | 17.58 | 79.10 | 200 | 27.0 | Zeit? Mitth. a. McGrigor's office bei Martin Brit. Col. II. 2 engl. M. n. v. Kingston. Dasselbe Mittel setzen Blagden und Hunter für die Küste nach v. Humb. l. isoth. Tabl. 602; nach Sagra's Cuba: 27°.2. |
| St. Barthelemy | 17.53 | 65.20 | ... | 26.5 | 1 J. Mai 178⅞ obs. Fahlberg 6, 12 u. 6h (Med. 26°.6); cor. a. 6 u. 12h. Aus dem Bb.-Journ. berechn. N Schwed. Akad. Abhdl. VIII, 134. $\frac{\text{W. 26.1}}{\text{S. 27.4}}$; $\frac{\text{k. M. 25.9}}{\text{w. M. 28.5}}$ (a. 6 u. 12h). |
| St. Croix | 17.44 | 67. 9 | ... | 27.7? | Zeit etc.? Berghaus' Almanach f. 1837. p. 450. |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Antigua | 17. 3 | 64.27 | ... | 26. 5 | Zeit etc.? b. Martin l. c. p. 360. |
| Acapulco | 16.51 | 102. 9 | ... | 26. 8? | Zeit etc.? n. Berghaus' Temp.-Taf. (Länderk. I.), s. Angab. in Humb. Prolegom.? |
| Basse Terre (Guadel.) | 15.59 | 64. 5 | ... | 27. 5 | Mehrjährige Beob. Std.? Not. statist. sur l. colon. franç. I. 159. Hist. phys. des Antilles p. Moreau de Jonnès I. 186. Le Gaux Beob. 1782: 28°.4. Cotte Mém. II. 375. Nach Monnier's Déscr. de Martin. hat die trockne Zeit: 26°.2, Regenzeit: 27°.5. |
| Roseau (Dominica) | 15.18 | 63.42 | ... | 25. 6? | 1 J. (Dec. interp.). Martin l. c. |
| Ft. Royal (Martin.) | 14 36 | 63.22 | ... | 27. 2 | Mehrjähr. Beob. Std.? Not. statist. Col. franç. I. M. de Jonnès' Hist. d. Antilles. |
| Barbadoes | 13. 5 | 61.57 | ... | 26. 4 | Zeit etc.? Hist. d. Antilles I. 189. |
| Kingstown (St. Vincent.) | 12.56 | 63.10 | ... | 27. 1 | Mittel aus 3 J.-Med. (ohne Angabe der Std. etc.): a) 1831: 27°.1, b) 26°.8 u. c) 27°.5. M. Martin l. c. Berghaus Alman. f. 1837. |
| Antillen | .... | ..... | — | 27. 5 | Nach v. Humb. lig. isoth. Mém. d'Arcueil III. 508. Mittlere Temp. des Antillen-Meeres aus einer grossen Anzahl einzelner Beob.: 26°.5. Dess. Voy. t. XII. |
| Curaçao | 12. 6 | 71.22 | ... | 27. 5* | J. a. Dörffel's Bb. v. Nov. 1756 bis Juli 1757 um 5, 12 u. 9h ber. S. Paramaribo (S.-Am.). |
| Puerto de España | 10.39 | 63.58 | ... | 26. 7 | Zeit? n. Tulloch's Report. Aus d. (mon.?) Extr. bei Martin l. c. ergiebt sich nur: 25°.6? — Aus Lavaysse's sehr unvollständ. Angab. (Voy. Trinidad etc. t. I. p. 194) ergiebt sich auch ungef. 26°.7 (in Gehler's Wörterb. Bd. IX.: 27°.5?). — P. d. Esp. an der Westküste der Insel Trinidad. |

*) Englische Colonien in Westindien, Windward- u. Leeward-Inseln, zwischen 10 u. 17° n. Br. u. 62—65° w. Lg. im Durchschnitt 26°.9, in keiner über 27°.8 oder unter 26°.1. Tulloch's Parl. Stat. Report Sickness etc. in the West-Indies (nach Auszügen in engl. Journalen).

| Ort. | N. B. ° ′ | W.Lg.P. ° ′ | Höh. P. F. | M. Jahr.-Tp. ° C. | Zeit der Beobachtung etc., Winter- und Sommertemperatur. |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | **C. SÜD-AMERIKA.** |
| Rio de la Hacha *) | 11.28 | 75.20 | — | 28.3 | Jahrestp. abgeleit. aus Bb. um 7 u. $3^h$ (corr.) v. Dec. 1822 b. Juni 23 d. Col. Francis Hall u. Wright. Ann. Chim. 1833. Phil. Mag. N. S. vol. XII, XV. — Trockne Küste. |
| Santa Marta | 11.19 | 76.29 | nahe 0 | 29.0 | J. a. 3 Mon. $182\frac{0}{1}$ (27°.9). Unsicher. Fr. Hall u. Wright l. c. Boussingault fand die Tp. eines 5m tiefen Brunnens im Juli: 28°.6. Sehr trockne Gegend; weisser Sand. |
| Barranquilla | 10.50 | 77.10 | „ | 27.1? | J. a. 2 Mon. Bb. 1820. Hall, Ann. Chim. t. LIII. 225; Wright l. c. Münd. d. Rio-Magdal. |
| Maracaybo | 10.43 | 74.12 | „ | 29.0 | 1 Jahr Sept. $182\frac{3}{4}$, obs. 6—7 u. 2—$3^h$. Corr. Wright Phil. Mg. XIV, XV. $\frac{\text{W. } 27.6}{\text{S. } 30.2}$, $\frac{\text{k. M. } 27.0}{\text{w. M. } 30.3}$ c. Vielleicht die heisseste Gegend in der neuen Welt. — Sandige Ebene. |
| La Guayra **) | 10.37 | 69.27 | — | 28.1 | Aus Herrera's Obs. Mai 1799 bis Jan. 1800, Mittags, abgel. v. Humb. Voy. t. II, IV. N. Rivero u. Boussing. dagegen nur 27°.0. — $\frac{\text{W. } 23.5}{\text{S. } 29.0}$. Am Fuss einer hohen Bergkette. |
| Caracas | 10.31 | 69.25 | 2730 | 22.0 | A. einigen Mon. Obs. v. Humboldt's (21°.5) u. Sept. 1821—Mai 22 b. Wright l. c. (21°.9); n. Fr. Hall: 22°.0. Humb. Voy. t. IV, XI. — Vielleicht zu hoch. $\frac{\text{W. } 20.9}{\text{S. } 23.4}$. In einem nicht breiten Thale. Selten heitrer Himmel. |
| Cumana | 10.28 | 66.30 | — | 27.4 | A. d Bb., theils um 7 u. $2^h$, mit corr. Therm., Nov. 1799 b. Aug. 1800, v. Rubio, v. Humboldt (5 Mon. 1799 u. 1800). Wegen d. Std. corr. — Humb. Voy. t. XI, lign. isoth.: 27°.7. Semanario del N. R. de Grenada t. I, II. Ann. Chim. t. XXII, XXXIII, LIII. — k. M. 26.2; w. M. 29.1. — Trockene, wenig waldige Gegend mit weissem, staubigen Boden. |
| | | | | | Columbia, mittlere Tp. d. atlant. Küste a. 4 Orten: 28°.3 (n. Wright: 28°.1). |

Cartagena de Indias: 10°25' Br. 77°30' Lg — 'h.: 27°7. Aus einigen Beob. v. Wright. Tp d. Wassers einer Regencisterne (Juli 1832): 27°.5, Bouss. Sumpfgegend. — Barranco nuevo: 27°.6, Bouss. — Maracay (Tacar.-S.), 1350' h.: 25°.5, Rivero u. Bouss. — N. Valencia: 10°10' Br. 70°35' Lg. 1430' h.: 26°.0; a. 2 Mon. 1821, Wright. l. c. N. Hall 25°.7; n. Bouss. u. Rivero auch 26°.0 (1800' h.). — La Vittoria: 10°13' Br. 69°51' Lg. 1730' h. (Thal v. Aragua): 25°.6, n. Riv., Bouss, Hall; 25°.5, Humb. Voy t. V. — Barquisimeto, 1600' h.: 25°.6, Riv. u. Bouss. Trocken. Vgl. Wright l. c. — Tocuyo (Venez.), 1940' h.: 24°.4, Riv. u. B. — Truxillo (Venez), 2260' h.: 25°.0, R. u. B.; 2500' h.: 24°.0, Wright — Carache (Venez.), 3620' h: 21°.3, Bouss. — Merida, 4980' h.: 20°.5; aus: 22° n. Bouss. u. 19o u. Wright. Plateau. — Cucuta, 380' h.: 28°.3, Wright. — Mucuchies, 9210' h: 14°.4. Trock. Sierra de Merida Hall, Bouss. — Ebnen v. Venezuela, 500' h.: 29°.3 (?) Wright, Hall (Humb. de distrib. plant. 92). — Magdalenen-Thal, 610' h.: 28°.3, Wright, Hall a. wenigen Bb. — Orinoco-Thal, 470' h.: 25°.7, v. Humb., Hall

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| San Carlos | 9.30 | 71.15 | 510 | 27. 5 | Zeit? n. Rivero u. Bouss.; n. Hall: 27°.3. A. Juni 1821 folgt nur gegen 27°.0. — Grosse Ebene. |
| Panama | 9. 0 | 81.41 | ... | 27. 1? | A. 1 Mon., 18. Sept. — Octb. 1824. Hall u. Wright l. c. |
| Antioquia | 7.15 | 77.30 | 1560 | 25. 1 | A. den Angb. v. Humb. 25°.0 (l. isoth.) u. Bouss. 25°.3 l. c. Estrella, 5300' h.: 18°.8; obs. Restrepo. Bergig. — Aguadas, 6770' h.: 16°.5, Bouss. — Sonson, 7500' h.: 14°.0, Bouss. Waldig. — S. Rosa, 7900' h.: 14°.3, obs. Restrepo. Kleines isol. Plateau. v. Humb. ligu. isoth. |
| Pamplona | 7. 5 | 74.4* | 7520 | 16. 2 | Zeit? v. Humb. l. isoth. Mém. d'Arc. t. III. 581. |
| | | | 6810 | 16. 5 | Zeit? Bouss. u. Rivero. |
| Stabroek (Demerary) | 6.45 | 60.24 | ... | 27. 1 | A. 3. (mon.) Extr.; Jahre? Martin Br. Col. H. W. 26.1; S. 27.4. Guiana: 28°.1, W. 27.6; S. 28.7. Zu hoch. v. Humb. l. isoth. Brit. Guiana (Ort?), 6° n. Br.: 26°.9. Tulloch's Report. West-Ind. |

*) Die Resultate aus den von Hall u. Wright angestellten Beob. sind meist aus wenigen Monaten oder einem einzigen Jahrgange höchstens abgeleitet, und solche Jahres-Temperaturen können deshalb nur als den wahren genäherte Werthe betrachtet werden; ausserdem sind die Beob.-Std. oft nicht dieselben. Hall's u. Wright's Mittel weichen von den hier gegebenen mehr oder weniger ab, da sie selten auf die Abweichung der Monate vom Jahresmedium etc. Rücksicht genommen.

**) Teenstra bestätigt die hohe Temp. dieser Küsten, vielleicht aber auch eine grosse Veränderlichkeit. Nederland. West-Ind. Bld. 1837. II. St.

| Ort. | N. B. ° ′ | W. Lg. P. ° ′ | Höh. P. F. | M. Jahr.-Tp. ° C. | Zeit der Beobachtung etc., Winter- und Sommertemperatur. |
|---|---|---|---|---|---|
| Rio Berbice | 6.29 | . . . | . . . | 27. 1 | 1 J. 1772, obs. Masae, 7, 3 u. 6½—7h, corr. Verhand. Haarl. Maatsch. d. XVI. |
| Medellin | 6.15 | 78.10 | 4650 | 20. 5 | Zeit etc.? v. Humb. u. Bouss. Plateau. |
| Paramaribo (Surinam) | 5.45 | 57.33 | . . . | 26. 5 | 2—3 J. (Mai u. Dec. nur 1 J.) Jan. 1833 bis Febr. 35, obs. Dieperink, 7, 2 u. 7h, Med. 26°.8, corr.—Juni—Aug.: 26°.4, Dec.—Fbr.: 25°.6, $\frac{\text{k. M. 25.3}}{\text{w. M. 27.9 (Sept.)}}$, cor. n. tägl. Var. Mitgeth. v. Wenckebach in Nat.- en Scheik. Arch. 1838 dl. VI. p. 65. Bull. d. Scienc. phys. 1839, Surinamsche Alman. voor 1828, 34 etc. |
| Am Commewyne (e. Plantation) | 5.38 | 55. 2 | . . . | 26. 7 | 2 J. 1743 u. 44, Std.? Med. 25°.6; bei Cotte (u. Kämtz) 25°.5 unrichtig. N. Wenckeb. a. Holland's Magazijn 1750. III. Wendet man Dieperink's Beob. Mai b. Aug. 1825 um 6, 12—1 u. 10h (Alg. Konst- en Letterbode) zu einer Corr. der Temp.-Curve u. des jährl. Med. an, so erhält man J. 26°.7, was mit Dieperink's Bb. zu Param. gut übereinstimmt. Bull. Sc. phys. de Néerl. 1839, livr. I. |
| Vega de Zupia | 5.35 | 78.35 | 3770 | 21. 5 | Nach zahlreichen Beob. 1825, 26 u. 29, Std? n. Boussingault. Ann. de Chim. 1833. |
| Marmato | 5.27 | 77.45 | 4390 | 20. 4 | (2 J. 1833, 34?) n. Bouss. l'Institut. 1836. |
| Tunja | 5.20 | 76.15 | 8800 | 13. 7 | Zeit? N. v. Humb. l. isoth. u. Bouss. Ann. Chim. l. c. — Grosses Plateau. |
| Honda | 5.12 | 77.15 | 1130 | 24. 9 | Zeit? N. Francis Hall u. Wright genaues Med. — Höhe n. v. Humb. 283m. |
| | | | 640 | (27.7) | „ N. Boussing.<br>Orinoco, 5—8° n. Br.: 27—28°, v. Humb. Voy. VIII. — Mariquita, 1690′ h.: 25°.4, Bouss. — Giramena, Meta-Steppen, 660′ h.: 27°.2, n. Bouss., Roulin u. Rivero. — San Martin, ebd., 1330′ h.: 26°.6, n. denselben Beob. — Guaduas, 35°3′ n. 77°8′, 3540′ h.: 19°.7, v. Humb. l. isoth.; 3150′ h.: 23°.8, n. Boussing. l. c. Oft nebl. Himmel. |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| (Nei) Anserma Nuevo | 4.50 | 78.32 | 3230 | 23. 8 | Zeit? Aus Caldas' Beob.; Bouss. hat 23°7. — Im Cauca-Thale. |
| Carthago | 4.45 | 78.27 | 2950 | 23. 8 | Derselbe Beob.-Ort? N. v. Humb. Angabe. Das Cauca-Thal ist local sehr warm. |
| Santa Fé de Bogota | 4.36 | 76.34 | 8100 | 15. 0 | 1—2 J., 7 Mon. 1808, obs. Caldas, Bouss. u. Rivero 182⅔; a. 9 u. 4ʰ, unsichere Corr. N v. Humb. Berl. Akad. Berichte 1838 p. 41: 14°.5. Aeltere Angaben 14°.3, a. Mutis' Beob., lig. isoth.; 14°.6, 16°.2. Voy. t. X u. XI. Hall giebt 15°.8. Phil. Mg. v. XII. — K. M. 14.2; w. M. 16.6 uncorr. Grosses Plateau. Facativa, a. Rande des Plat. v. Bogota in gleicher Höhe: 13°.1. |
| La Meza | 4.27 | 76.57 | 3960 | 22. 5 | Zeit etc.? v. Humb. lign. isoth. — Tocayma: 4°20′ Br. 77°10′ L. 1480′ h; 27°.5 v. Humb. Ebd. p. 580. — Cayma, 1210′ h.: 27°.7, Bouss. — Estangue, 1310′ h.: 26°.8, Boussing. . c. |
| Annay | 3.56 | 60.56 | 1000 ? | . . . | Med. d. 6 Mon Oct. 1835 bis März 36 zw. 6 u. 6ʰ (?), obs. Schomburgk: 26°.7. Lond. Geogr. Soc. Journ. |
| Neiva | 3.10 | 77.45 | 1600 | 25. 0 | Zeit? a. Obs. Caldas' n. v. Humb. l. c. — Caripe, 2180′ (3000) h. nicht unter 16°.8; v. Humb. Voy. III. (aus d. Sept.-Med.: 18°.5). Zu p. 121. |
| La Plata | 2.30 | 78.12 | 3230 | 23. 7 | Zeit? a. Obs. Caldas' n. v. Humb. In einem sehr heissen Thal b. R. Magdalena. |
| Popayan | 2.26 | 79. 0 | 5470 | 18. 6 | Zeit? a. Obs. Caldas' (18°.7). v. Humb., Hall u. Wright l. c. Boussing setzt die Höhe 5570′, die Bodentemp. 18°.2 (im Tabl. 17°.5). Auf einem kleinen, wenig über dem Cauca-Thal erhabenen, bergigen Plateau. |
| Almaguer | 1.54 | 79.15 | 6960 | 17. 10 | N. v. Humb. l. is. Mit dichter Veget. bedeckter Abhang der Cordill. |



In Choco: Tumaco: 1°40′ Br. 80°55′ L. ?′ h.: 26°.1, Bodentp. in 1′ Tiefe, im Febr. 1832 beob. v. Bouss. Sehr feuchte Waldgegend. — Novita, 550′ h.: 26°.1. Feucht u. waldig. — Hagelta, 1430′ h.: 26°.1. Waldig. — Tambo Orq., 2260′ h.: 25°.0. Waldig. — Chami, 2770′ h.: 22°.5? Waldig. Im Cauca-Thal: Cartago, 2910′ h.: 24°.5, vgl. oben. — Roldanello, 2950′ h.: 24°.4. — Buga, 3030′ h.: 24°.4. — El Palo, 3420′ h.: 23°.3. — Arma, 4360′ h.: 20°.5. Sämmtlich Angaben von Boussingault l. c.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Pasto | 1.13 | 79.42 | 8030 | 14. 6 | Zeit? A. Caldas' Bb. u. v. Humb. u. Bouss. Bodentp.: 14°.7. Waldberge. |

| Ort. | N. B. ° ′ | W. Lg. P. ° ′ | Höh. P. F. | M. Jahr.-Tp. ° C. | Zeit der Beobachtung etc., Winter- und Sommertemperatur. |
|---|---|---|---|---|---|
| Zotara, 6940′ h.: 16°.0, Bouss. Waldig. — Malvasas, 9360′ h.: 12°.4, n. Caldas. — Plat. de los Pastos, 9480′ h.: 12°.5, v. Humb. Sehr kaltes Plat. — Puracé (b. Ibarra), 9220′ h.: 10°.0, Bouss. Feucht. — Cumbal, 9900′ h 10°.7, Bouss. Plateau. — Die Paramos, 10750′ h.: 8°.5, v. Humb. — Paramo de Herve, 9750′ h.,: 10°.3, Bouss. Waldig. | | | | | |
| Esmeraldas | 0.51 | 81.55 | . . . | 26. 5? | N. Fr. Hall's Angb.; Bouss. a. Obs. im Juni 1828: 26°.4. Feuchte Waldgegend. Ann. Chim. t. LIII. 225. Die Westküste zwischen 9° n. u. 3° s. Br. aus 4 Orten: 26°.4 (n. Wright: 26°.7). West-Küste zwischen 10° n. u. 10° s. Br.: 26°.6 n. Pentland. Aequatorialzone zwischen 3° n. u. 3° s. Br.: 27°.5, v. Humb. (Bouss.); Aequatorialzone . . . . . . . . . . . 27°.6, Hällström a. Lütke's Beob. im still. Ozean. Obs. d. Pendule. 1836. |
| Quito | S. Br. 0.14 | 81. 5 | 8970 | 15. 6 | A. 29-mon. Beob. zw. Juli 1825 u. Juli 28, mehr. Mon. Lücken, v. Hall u. Salaza, ⊙aufg. (6, selten 7h) u. 2h. Vielleicht noch zu hoch. — N. Fr. Hall: 15°.8. Temp. d. trocknen Erde 15½° n. Bouss.; v. Humb. a. 4 Mon. nur 14°.4,15°. — W. 15.6 / S. 15.6; k. M. 14.8 / w. M. 16.3. — Lign. isoth., Pogg. XL, Ann. Chim. 1833, Phil. Mg. v. XV. — A. Fuss d. Pichincha. |
| Cordill. v. Quito, 0° bis 1°30′ s. Temp. d. Ebenen: 27°.7; Sommer 28°.7, v. Humb. — Mindo, 3690′ h.: 18°.6, Fr. Hall Am Westabhange des Pichincha. — La Chorrera (bei Quito), 7670′ h.: 16°.1, Bouss. Trocken. — Antisana, Meierei, 12400′ h.: 4°.4. Plateau. Vergl. Drontheim u. Petersburg. — Lisco (bei Quito), 10920′ h.: 8°.9, Bouss. — Gletscher des Antisana, 16800′ h.: — 1°.7. — Vergl. auch die Beob. v. Wright Phil. Mg. XV. | | | | | |
| Llactacunga | 0.55 | 82.40 | 8850 | 15. 0 | A. ¼ Mon. 1826 deduc. J.: 14°.5 n. Wright. Phil. Mg. XV. N. v. Humb.: 15°.0 (Höhe 8900′); n. Bouss. 15°.5 (Höhe 8810′). Trocken u. sandig. — Callo, a. Fuss des Cotopaxi, 9370′ h.: 12°.2. Trockne Ebene. — Guaranda, a. Chimbor., 8380′ h.: 14°.1, Hall. a. 1 Mon. Beob. |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Riobamba Nueva | 1.42 | 81. 5 | 8860 | 16. 3 | N. v. Humb.: 16°.2; n. Bouss.: 16°.4. In der trocknen, mit Bimstein bedeckten Ebene v. Tapia. Abkühlender Einfluss der Schneegebirge. El Guavo (a. Chimbor.), 9140′ h.: 11°.0, Bouss. |
| Guyaquil | 2.12 | 82.18 | — | 25. 6? | A. einigen Mon. 1824, 26 u. 29 abgeleitet, J.: 25°.0. Sehr unsicher. Phil. Mg. XV. In Ann. de Chim. t. LIII. 25°.6; Bodentp.: 26°.0 (Jan. 1832), Bouss. Sumpfige Waldgegend. |

Alausi: 2°13′ s. 81°21′ w., 7480′ h.: 15°.0, v. Humb. — Hambato: 2°15′ s. 80°40′ w., 8300′ h.: 15°.8, v. Humb.; n. Bouss: 16°.1. Sehr trocken — Ambarg.: 8700′ h.: 14°.7, Hall — Region der Paramos, 16—900t: 12°.2 bis 5°.2; stets Nebel. — Steinige Region, 1900—2460t: 5½° bis 1°.6; W. 1°.2; S. 1½°, v. Humb.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| El Morro | 2.30 | 82.40 | ... | 26. 9 | Unsicher; a. 3 Mon. 1825, obs. Jameson 10 u. 10h, deduc. Phil. Mg. XV. 297. |
| S. Luiz do Maranhão | 2.31 | 46.36 | — | 26. 8 | 1 J. 1821, obs. Ant. Bern. Pereira Lago; Med. 26°.7 a. 7—8, 3—4 u. 11—12h., corr.; a Mg. u. Mitt.: 27°.3; a. d. mon. Extr.: 27°.5. Annaes das Sciencias etc. 1822, XVI. p. 55—80. W. 26.9 (J.—Aug.) / S. 26.8 (D.—Fbr.), k. M. 26.3 / w. M. 27.1 (a. d. 3 Std.). Aus d. Beob.-Journ. berechn. |

Cuenca: 2°55′ s. 81°31′ w., 8100′ h.: 15°.6, v. Humb. — Loxa: 4°0′ s. 81°44′ w., 6400′ h.: 19°.4, v. Humb.; 19°.2, Fr. Hall. Auf einem kleinen Plateau. — Payta: 5°5′ s. 83°14′ w., ?′ h: 27°.1, Bodentp. im Jan., obs. Boussing. Auf einem sandigen, vegetationslosen Terrain, wo es nie regnet. — Von der Bai de Cupica bis z. Golf v. Guayaquil, feuchte Waldregion: 26°, Bouss — Tomependa: 5°31′ s. 80°57′ w., 1200′ h.: 25°.8, v. Humb. — Caxamarca: 7°9′ s. 80°56′ w, 8800′ h.: 16°.0; 17°.2 v. Humb. Auf einem trocknen, rings von einer Mauer nicht schneebedeckter Berge umschlossenen Plateau, heiterer Himmel.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Juanjuy (Huallag.) | 7.30 | 77.30 | ... | 24. 5 | Zeit? obs. Pöppig. Reise II. |
| Tocache | 8.20 | 78. | ... | 24. 0 | Dessgl. |
| am Monzon-Fl. | 9.20 | 77.45 | ... | 22. 5 | Dessgl. |
| Pampayaco | 9.30 | 77.15 | ... | 22. 5 | Mittel v. 9 Mon. Juli 1829 bis März 1830, obs. Pöppig; Std.? Ebd. In den Urwäldern v. Peru auf den Waldbergen im Osten. |

| Ort. | S.Br. ° ′ | W.Lg.P. ° ′ | Höh. P.F. | M. Jahr.-Tp. °C. | Zeit der Beobachtung etc., Winter- und Sommertemperatur. |
|---|---|---|---|---|---|
| Lima | 12. 3 | 79.28 | 530 | 22. 4 | 2½ J.: 1799 u. 1800 Mittagsbb. mit guten Instr. (aber meist nur 6—8mal mon.) im Zimmer von Unanue, deren Med. 20°.4; Corr. nach v. Humboldt's Bb., gleichzeit. in freier Luft u. im Zimmer, Nov. u. Dec. 1802 oft 12mal tägl. (a. d. Manuscr.), u. März bis Mai 1826, obs. Rivero. Unsicher, Vgl. Meyen's Bb. Reise II. — Aus (denselben?) 2 J. n. Stevenson: 21° (?), Brunnentp. ebenso. Travels in Arauca, Chile, etc. — N. Caldcleugh: 22°.5 (Mittel d. jährl. Extreme?). Travels, II. — Unanue's Obs. sobre el Clima de Lima. 1806. Locale Nebel; den Süd- u. West-Winden offene Lage. |
| Rio Janeiro | 22.55 | 45.36 | . . . | 23. 1 | 7—9 J. 1782 bis Mai 88, obs. Sanches Dorta 7—8mal tgl., u. Febr. 1813 bis Oct. 14; auf wahre Med. reduc. — Die Zimmerbb. v. Oliveira 1835 (Jan.—Sept.) 8ʰ Mg. (u. 2ʰ) u. 1785 a. 10 u. 10ʰ geben 23°.8. N. Caldcleugh: 23°.1; n. Freycinet a. 3—5 J.: 22°.8; $\frac{\text{W. 19.9}}{\text{S. 23.8}}$ u. $\frac{\text{k. M. 19.1}}{\text{w. M. 26.6}}$. Ich erhalte: $\frac{\text{W. 20.3 (a. 8 J.)}}{\text{S. 26.1 (a. 7 J.)}}$, $\frac{\text{k. M. 19.6}}{\text{w. M. 26.7}}$ corr. — Mem. Math. etc. Acad. Lisboa 1799 t. I. 356, II. 348, III.; v. Humb. Voy. X, XI u. XII; Freycin. Voy. aut. d. monde t. I. 92; l'Instit. 1837 (Bibl. univ. N. S. t. V.). Capitanie Goyaz, a. Beob. in versch. Höhen u. Br., daher unsicher, n. Littrow's Berechn. 24°.9, Pohl's Reise in Brasil. I. |
| Cordova de Tucuman | 31.15 | 65.25 | 2350 | 17. 1 | a. ½ J., Oct. 1813—Juni 14, obs. G. Paroissien, 6, 12, 6 u. 12ʰ, mit Interpol.; aus dem Manuscr. ber. Sommer: 23°.7. |
| Valparaiso | 33. 2 | 73.55 | . . . | 14. 5 | a) Aus Fitzroy's (Survey. Voy. App.) Beob.-Journ. ergiebt sich für 183½ d. Mittagsmed. des Winters 11°.9, des Frühlings 16°.8. b) a. Meyen's Beob. Febr. u. Reynold's (nicht ganz zuverlässig) Dec. u. Jan. 8ʰ Mg. — M. u. R. Reisen um die Welt. Wohl zu niedrig. |
| Santiago | 33.25 | 72.45 | 1650 | 15. 3 | A. Felipe's mehrj. Bb. der mon. Extr. (n. Meyen Mittags) mit vielen Lücken; corr. El Mercurio Chileno. 1828. |
| Buenos Ayres | 34.37 | 60.44 | — | 16. 9 | 1—2 J. 1822 bis Juni 23, 6—8, 2 u. 10ʰ, vielleicht kalte Jahre; corr. — 1805, Std.?: 17.7. Aus beiden das Med.: 17°.3. — $\frac{\text{W. 11.3 (1—2 J.)}}{\text{S. 22.9 (2 J.)}}$ corr. — MS.-Bb., Ac- |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | count hist. statist. of Un. St. of R. de la Plata p. 186 fg., Encycl. Britan. V., Parish's Buen. Ayres etc. 1839 p. 406. Registro Estadistico. Es giebt Beob. seit 1817. |
| Talcahuano (Chile) | 36.43 | 75.17 | . . . | 14. 0 | A. Bb. v. Pöppig (Reise: 1828 April: 17°.9, Oct.: 12°.8); Kotzebue, Beechey u. Duperrey, Voy. Unsicher. Rio de Concon (Chile): 1828 April: 17°.7, Oct. 14°.5. Ebd. |
| Chilóe, San Carlos | 41.52 | 76.10 | . . . | 10. 5 | Unsicher. Aus 4-mon. Obs. Juli, Septb., Oct. u. Nov. 1829, um 9h Mg. King Survey. Voy. v. I. p. 296. (auch Bibl. univ. Génève t. XXII. 1839). Es sollen diese Monate ungewöhnlich trocken gewesen sein. Vgl. Aguëros Descr. Histor. Prov. de Chilóe. 1791. |
| Falkland Ins. | 51.25 | 62.19 | — | 8. 3? | Gegen 2 J. 1776, 77, Std.? b. Kirwan (8°.5) n. v. Humb. Tabl. lign. isoth. Herbst: 9°.2; Winter: 4°.2 (Mittel beider J.-Zeiten: 6°.7); Sommer: 11°.7. — Nach dem Beob.-Journ. in King u. Fitzroy Narr. Surveying Voy App. to vol. II. ist für Berkeley-Sund, 51°35' Br. 60° Lg. das Mittagsmed. des Mon. Sept. aus zwei J. 1833 u. 34. 8°.8, daher das Jahresmed. für die Falkl.-Inseln wahrscheinl. zu hoch; auch n. Duperrey ist die Tp. des Mon. vor d. Sommersolst. nur 9°.0 (in London 15°.0); Voy. Pt. hist. p. XX. Selten sinkt d. Th. unter 0° (Dup.); Extr. seit 1825 Mittags: — 5°.6 n. 26°.7 (Fitzroy). |
| Port Famine (Magelh. Str.) | 53.38 | 73.14 | — | 5. 5? | Unsicher; aus Bb. um 6, 9, 12. 3 u. 6h v. King, Febr. bis Aug. 1828. Herbst: 5°.1, Winter: + 0°.4 (Mittel beider 2°.2), cor. Vgl. Falk. Ins. — Jahr daraus n. Kämtz: 5°.0. Vorles. Met., Journ. Geogr. Soc. Lond. 1830, 31 (Berghaus' Kabin.-Bibl. I. 1834 p. 154), Narrat. Voy. Beagle etc. I. 563. |
| (Bei) Cap Horn | 55½–60° | 69–70° | — | . . .<br>3. 6? | Sommer gegen 10°. Darwin's Journal 1839; theils Schiffsbeob.!<br>A. mehr. Umsegl. d. Caps bestimmt Mittel, Schiffsbb.; n. Bergh. Ländk. I. 365. Unsicher. |

# E. AUSTRALIEN.

## I. Neu-Holland und Van Diemens-Land.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Fort Dundas (Melville-I.) | 11.25 | 127.45 | — | 27. 0 | 1 (oder mehrere?) J. April 182⅞ (wahrsch.) mitgeth. v. Campbell; obs. um 6, 8, 12, 3, 9 u. 12h (ohne Decimalstellen in den mon. Med.), Med. 27°.2, corr. Aus 6 u. 3h: 27°.4. Lond. Geogr. Soc. Journ. vol. IV. 152. Bei Meinicke: Austr. I. 44. sind sämmtl. Med. der |

| Ort. | S. B. ° ′ | W.Lg.P. ° ′ | Höh. P. F. | M. Jahr.-Tp. ° C. | Zeit der Beobachtung etc., Winter- und Sommertemperatur. |
|---|---|---|---|---|---|
| (Fort Dundas | 11.25 | 127.45) | | | Mon. fehlerhaft. Vgl. Berghaus' Vorbem. zum physik. Atl. p. 18. $\frac{W.\ 24.3}{S.\ 28.9}$, $\frac{24.0}{28.8}$ cor.; $\frac{k.\ M.\ 22.6}{w.\ M.\ 29.4}$, $\frac{22.3}{29.3}$ cor. — Sumpfgegend. |
| York | 31.53 | 114.20 | . . . | 18. 5 | 1 J. 1833 Std? obs. Ommaney (im Jan. in der Nähe Waldbrände). Lond. Met. Soc. Trans. v. I. W. 10.6; S. 27.4. |
| Perth (S. W.-Austr.) | 31.55 | 113.10 | . . . | 20. 4? | 1 J. 1832., gewöhnl. Wittr., a. d. mon. Extr.: 20°.4.; Mitth. d. Medical returns v. Mc Grigor in Martin's Austr. — 1831 > 26°.4; ebenfalls unsicher, da die mon. Med. a. d. mon. Extr. der Beob., u. um 7, 2 u. 7h, im Zimmer, berechnet zu sein scheinen. Cross' Journ. several exped. in West-Austr. p. 238. |
| Paramatta und | 33.49 | 148.41 | 60 | 18. 3 | 3 J.: a) Mai 182¼, obs. Goulbourn, 6, 12 u. 8h, Med.: 18°.7. Cunningham New S.-Wales p. 87. b) Par., Mai 182¾, obs. Brisbane: Med. 17°.3; Field Mem. on N. S. Wal. 385, Edinb. J. Sc. I. 83. A. beiden J.: 18.0 u. $\frac{W.\ 12.8}{S.\ 23.0}$. — c) Zu Sydn. 1 J. 1824, obs. Raymond, Std.? (3mal tgl.?): 18.9, $\frac{W.\ 12.0}{S.\ 23.8}$; Martin l. c. p. 280. — Aus 13 Mon. Oct. 1813 — Oct. 14, Std.? (Mon. a. d. mon. Extr. ber.?) ergiebt sich J.: 20°.0, Nicholas' Voy, t. N. Zealand II.; dasselbe Med. für N. S. Wal. giebt Sturt 1833 an aus d. Sommer- u. Winter-Halbj. (resp. 21°.1 u. 18°.9). St's Exped. in Austr. I. p. LV. — Bei Martin l. c. aus den Jahreszeiten eines (?) Jahres; 18°.1, $\frac{W.\ 12.8}{S.\ 22.2}$ (Std.?). In den Calcutta phys. Tr. werden (sehr wahrsch. a. Brisb. Bb.) 17°.2 angegeben. — $\frac{W.\ 12.5}{S.\ 23.3}$, $\frac{k.\ M.\ 11.7}{w.\ M.\ 24.6}$ (a. 3 J. 1821 — 24). — D. Bb. z. Param. sollen a. local. Erwärm. leiden. |
| Sydney | 33.52 | 148.54 | 60 | (18.0) | |
| Port Jackson | 33.50 | 148.59 | — | 18. 0 | Aus einigen Mon.-Beob. v. (Hunter, mon. Extr.) Péron u. Freycinet 1802 Mittags, corr. N. Lign. isoth. Mém. d'Arc. III p. 566. J.: 19°.3. Péron's Voy. Unsicher. W.: 14.0. |
| Albany | 35. 0 | 115.30 | . . . | 16. 1 | 1 vollständ. J. Mai 1831, obs. Collie 8h Mg. u. ⊙untgg., corr. Zum Theil a. d. Journ. bei Cross' West. Australia etc. 239 berechn.; vergl. Meinicke Austr. I. 43. $\frac{W.\ 12.6}{S.\ 19.0}$ cor. |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Woolworth | 40.42 | 142.25 | — | 12.5 | 1 J. Mai 1831, mitgeth. v. Schayer, a. d. Manuscr. ber.; obs. um 8, 2 u. 8h. N. d. Var. cor. Nur im Winter Halbj. ist im Freien beob., in den übr. 6 Mon. sind die Med. a. Zimmerbb. red.; Jahresmed. der letzteren 14°.2. Wegen des ungew. nassen Sommers ist das Med. wohl zu niedrig. W. 9.5; S. 15.1 cor. (W. meist im Freien, S. nur zum Theil. *) W. liegt an der NW.-Spitze v. V. Diem. L. |
| Macquarie Harbour | 42.12 | 143. 8 | — | 13.2 | a. 9 Mon. Apr.—Dec. 1822, obs. um 9 u. 9h? n. Brisbane in Edinb. J. Sc. II. 75. (Med. 13°.0?) W. 7.4. |
| HobartTown** | 42.45 | 145.15 | — | 11.3 | 1 J. 1822, 9 u. 9h n. Brisbane ebd. W. 5.6; S. 17.3. Fast in der Breite von Rom u. Salem (Amer.). Nach Evans ist die mittl. Temp. v. V. Diem. Ld. 15°.6 (?). Descr. of V. D. L. 1822 p. 27. |

## II. Inseln des grossen Ozeans.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Honoruru | 21.19 | 160.21 | ... | 23.7 | A. 2—3 J. die mon. Med.: Aug. 1819, obs. Freycinet 4-stdl.; 1 J. Aug. 182½. Obs. d. amerik. Missionaire***) um 8, 3 u. 8, Md. 24°.0; W. 21.7; S. 25.7 unc. (n. Freyc. Corr. zu niedrig J.: 22°.6; W. 20.2; S. 24.4); Febr. 1827, obs. Beechey 2-stdl.; Juli — Sept. 1831, obs. Reynold, 8, 12½ u. 8h, a. d. Journ. in Meyen's Reiseber.; Jan. — Juni 1837, obs. Rooke 7, 2 u. 10h. — Mit Rücksicht auf d. tägl. Variation corr. W. 21.6; S. 25.5; k. M. 21.3; w. M. 25.9; cor. — Beechey theilt noch d. Med. f. 1821: 23°.9 (Std.?) mit. Die Veränderlichkeit in |

*) Nach 8-jähr. Erfahr. war die Regenmenge im Winter eine mittlere; Schnee fällt häufig in Hobart Town, ist dagegen in Woolworth gar nicht bekannt.

**) Aus den gleichzeitigen Beobachtungen des Jahres 1822 ergiebt sich für:

Sydney u. Paramatta. Jahr: 18°.6; $\frac{\text{W. }12.1}{\text{S. }23.2}$. — Macquarie H. (J.: 13°.2): $\frac{\text{W. }7.4}{(\text{S. }17.9)}$. — Hobart T. J.: 11°.3; $\frac{\text{W. }5.6}{\text{S. }17.3}$.

***) Diese Beob. (1821/2) sind nicht, wie gewöhnlich angegeben wird, auf Hawaii angestellt, sondern auf Woahu; Hawaii liegt fast 2 Breitengrade näher am Aequator!

| Ort. | N. B. ° ′ | W.Lg.P. ° ′ | Höh. P.F. | M. Jahr.-Tp. ° C. | Zeit der Beobachtung etc., Winter- und Sommertemperatur. |
|---|---|---|---|---|---|
| (Honoruru | 21.19 | 160.21) | | | den Winter-Mon. ist nicht unbeträchtlich. — Rooke's Beob. Juli 183$\frac{7}{8}$ (Ort?) liefern J.: 25.1. W. 22.9; S. 26.2. Std.? Berechn. d. Mon. unsicher, a. d. mon. Extr.? Bull. scient. Petersb. t. VI. N. 139. Freycinet's u. Beechey's Voy., Haw. Spectat. u. (Ellis') Mission. Tour around Hawaii; Boston 1825. p. 242. (abgedr. auch in Edinb. J. v. V. Vgl. auch Cook's Beob. 3d. Voy. 1776—80 (Mittags). |
| Manilla*) | 14.36 | 241.21 | ... | 26.5? | 1—2 J. 1766 u. 67, obs. Le Gentil, aus ⊙aufg. (nicht ganz sicher) corr.; die Mittagsbb. zu hoch durch ⊙-Einfl., daher nicht ber. Fast das ganze Jahr Regen. Zu hoh. Med. An der Westküste von Luzon. K. M. 22°, w. M. 29°. |
| Guahan (Marian. I.) | 13.20 | 142.34 | — | 27.0 | Aus 2½ Mon. 1819, obs. Freycinet 4-stdl. Er setzt das J.-Med. 27°.3. Voy. |
| Ualan (Carol. I.) | 5.19 | 199.14 | — | 28.0 | A. 3 Mon. (1828), obs. Lütke (u. Freycinet) 4-stdl. L.'s Voy. aut. du monde. P. naut. astr. |
| Rawak | S. Br. 0. 2 | 231.25 | — | 27.6? | A. Bb. Freycinet's wenige Wochen 1819, 20. Ebd. |
| Timor | 10.10 | 121.15 | 60 | 26.1 | A. 6 Mon. Bb. v. Péron u. Freycinet Mittags corr. Voyages etc. Vgl. Ft. Dundas p. 127. |
| Raiatea (Ulizatea) | 16.40 | 153.50 | ... | 25.4 | 1—2 J., obs. Wales 1773 3m. tgl. u. 1822, obs. Threlkeld 3m. tgl. Std.? n. der Var. ungef. cor. Med. a. den 3 Bb.: 25°.8, Mg. u. Mittag: 26°.0, Mg. u. Abd. 25°.1, zu niedrig (n. Brewster 24°.9?). A. d. 3 Bb.: W. 25.2; S. 26.4 (Mg. u. Abd.: 24°.6, 25°.7); k. M. 24.3; w. M. 27.2 unc. (Mg. u. Abd.: 23°.6, 26°.1). Edinb. J. Sc. v. X. 280. (im Mon. Juni ein Fehler im Mg.-Med. berücksichtigt). |
| Otaheiti | 17.29 | 151.49 | ... | 25.7? | Aus 7 Mon., Obs. v. Wales, Bayley, Parkinson (3m. tgl.) u. Beechey 4stdl.; Voyages etc. w. M. 27.7. |

*) Vergl. die ältere Angabe in diesen Tab. p 95., nebst andern Punkten im asiatischen Archipel. Es bedarf kaum der Bemerkung, dass dergleichen Media oder andere aus wenigen Monaten abgeleitete, nur als Annäherungen an die wahren Mittel zu betrachten sind, deren Sicherheit um so grösser, je mehr Analogie das Klima etc. des der Reduction zu Grunde gelegten Ortes besass.

| Ort. | S.Br. | W. Lg. | H. | Jhr.-Tp.°C | Zeit der Beob. etc. |
|---|---|---|---|---|---|
| Neu-Seeland | 34.36 | ... | ... | 16. 7? | N. Meinicke's Berechn. a. 9 Mon. Obs. 1820 in Cruise's Journ. W. 13.3 (ob einmal tgl. u. Std. nicht angegeben, daher unsicher). Vgl. Duperrey's (Lesson) u. Dumont d'Urville's Voy. aut. d. monde 182⅝. |
| Königinn Charlotte's Sund (N.-Seeld.) | 41. 0 | 171.30 | — | 14. 5 | A. einigen Mon. 1773 Obs. v. Wales u. Bayley ber.; 3mal tägl., Std.? Astron. and meteor. Observations. |

# Nachträge.

Bei dem sehr langsam vorrückenden Druck der vorstehenden, vor mehr als einem Jahre gemachten Sammlung von Temperatur-Medien war es nur selten möglich, bedeutende Aenderungen oder Zusätze in den Tabellen selbst, die namentlich durch neuerdings publicirte Beobachtungen etc. vervollständigt werden konnten, unmittelbar vorzunehmen. Ein grosser Theil davon musste desshalb ganz zurückgelegt werden, so wichtig es auch für die Uebersicht und Vergleichung gewesen wäre, sie jener Sammlung selbst einzuverleiben. Die erforderlichen zahlreichen literarischen Materialien verhinderten früher ebenfalls die Berechnung mancher Angaben (namentlich für die Winter- und Sommerwärme). Bei einigen wenigen Orten änderten sich die in den Tabellen mitgetheilten Resultate durch eine nochmalige schärfere Berechnung. Wenn wir auch andere Werke, worin diese Temperatur-Verhältnisse der Erde in den letzten Jahren behandelt wurden, insbesondere Kämtz' Vorlesungen über die Meteorologie, Halle 1840. und Schouw's Italie I. Kopenh. 1839 berücksichtigt, und zur Vergleichung einzelne Media daraus den unsrigen beigefügt haben, so geschah dies, um dem Zweck einer Abhandlung für ein „Repertorium der Physik" zu genügen, und die Sicherheit verschiedener Berechnungs-Methoden dadurch zu erläutern.

Den unvermeidlichen Uebelstand einer geringeren Uebersichtlichkeit des Vorhandenen haben wir möglichst zu beseitigen gesucht, indem wir die Zusätze nach den Seitenzahlen geordnet. Es konnte nicht fehlen, dass die in den Tabellen selbst gemachten Aenderungen und das Material in diesen Nachträgen etc. noch zu einigen Folgerungen und Verbesserungen der in der Einleitung angedeuteten Resultate führten, welche sich am schicklichsten an die Nachträge zu den Tabellen anschliessen.

Im Januar 1840.

## Zu den Tabellen in 4to. p. 8 und p. 12—15.

Die wichtigsten stündlichen Beobachtungsreihen, welche seit der Abfassung jener Tabellen publicirt wurden, verdanken wir den Bemühungen von Richardson, Kämtz u. der British Association. Auch liefern die trefflichen Beobachtungen auf den russischen meteorologischen Observatorien, die neueren zu Apenrade, Dresden, Prag, Genf u. Mailand bereits für klimatisch verschiedene Orte ein Mittel, wenigstens annähernd den täglichen Gang der Wärme daraus abzuleiten. Die Berechnung der Nachtstunden-Media nach der bekannten Interpolationsformel aus 2- oder 3-stdl.

Beob. vom Morgen bis Abend zeigt jedoch manche beträchtliche Abweichung von den wirklich beobachteten Werthen. Es wäre daher sehr zu wünschen, dass man im continentalen Klima z. B. in Russland an 2 oder 3 Stationen auch ein Paar Nachtbeobachtungen einrichtete. Die in Kopenhagen gegenwärtig noch im Gange befindlichen Beobachtungen werden zugleich Licht auf die öfter angeregte, wichtige Einwirkung einer geringen Höhe auf den Gang der Wärme-Aenderungen werfen. Für die tropische Zone ist durch 2 Jahre ständl. Beobachtungen an der Westküste des südlichen Vorderindiens (Trevandrum) gesorgt, die wohl bald veröffentlicht werden. Die Stunden, welche vom meteorologischen Comité in London für Ross' antarktische Expedition und die magnetischen Stations-Beobachtungen vorgeschlagen sind, würden mit grösserem Erfolge für die meteorologischen Instrumente mit den vorgeschriebenen magnetischen Beobachtungszeiten zu vertauschen sein. — Da zu der Vergleichung ständlicher Observationen in denselben Jahren jetzt schon Material vorhanden ist, so machen wir hier nur noch darauf aufmerksam, dass Göttingen und Padua — Port Bowen und Leith — Novaja-Semlja, Petersburg, Jekaterinenburg, Mühlhausen u. Plymouth — Igloolik-I. und Apenrade etc. sich zusammenstellen lassen, wobei man jedoch die temporäre Wärme-Vertheilung in Bezug auf vieljähriges (wahres) Mittel der Zeiträume, da so ferne Punkte häufig entgegengesetzte Abweichung zeigen, nicht ganz aus den Augen setzen darf, zu welchem Behuf es auch rathsam erscheint, erst die Publication von Beobachtungen an Zwischenörtern abzuwarten.

Wir lassen nun die Abweichung der einzelnen Stunden, ganz in der Form der p. 8 mitgetheilten Tabellen, für 4 Punkte in der arktischen Zone von Nord-Amerika und für Halle, Dresden und Plymouth folgen.

## Tab. I.

### Abweichung des Mittels einzelner Stunden vom wahren Medium im jährlichen Durchschnitt. — °C.

| Stunden. | Melville J. [1]) 74°47′n. 113°8′w. 1 J. 18$\frac{19}{20}$ | Port Bowen [2]) 73°14′n. 91.16 w. 1 J. 182$\frac{4}{5}$ | Igloolik J. [3]) 69°21′n. 84.13 w. 1 J. 182$\frac{2}{3}$ | Winter J. [4]) 66°11′n. 85.31 w. 1 J. 182$\frac{1}{2}$ | Halle [5]) 51°30′n. 9.37 ö. mehr. J. | Dresd. [6]) 51° 3′ n. 11.23 ö. 370′ h. 10 J. 1828—37 | Plymouth [7]) 50°22′ n. 6.28 w. 5 J. 1833—37 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Morg. 5 | . . . | + 0.75 | . . . | . . . | + 2.71 | . . . | + 2.05 |
| 6 | + 0.83 | . . . | + 1.02 | + 0.74 | + 2.28 | + 2.26 | + 1.72 |
| 7 | . . . | + 0.17 | . . . | . . . | + 1.71 | . . . | + 1.09 |
| 8 | + 0.28 | . . . | + 0.09 | + 0.09 | + 0.94 | . . . | + 0.25 |
| 9 | . . . | — 0.59 | . . . | . . . | + 0.02 | — 0.28 | — 0.68 |
| 10 | — 0.54 | . . . | — 1.05 | — 0.79 | — 0.95 | . . . | — 1.50 |
| 12 | — 1.09 | . . . | — 1.80 | — 1.41 | — 2.57 | — 3.21 | — 2.56 |
| Nmitt. 1 | . . . | — 1.23 | . . . | . . . | — 3.07 | . . . | — 2.69 |
| 2 | — 1.39 | . . . | — 1.99 | — 1.52 | — 3.28 | . . . | — 2.57 |
| 3 | . . . | — 1.06 | . . . | . . . | — 3.20 | — 3.60 | — 2.22 |
| 4 | — 1.20 | . . . | — 1.53 | — 1.22 | — 2.84 | . . . | — 1.77 |
| 6 | — 0.69 | . . . | — 0.58 | — 0.57 | — 1.65 | — 1.80 | — 0.57 |
| 7 | . . . | + 0.04 | . . . | . . . | — 1.01 | . . . | — 0.01 |
| 8 | — 0.14 | . . . | + 0.24 | + 0.14 | — 0.38 | . . . | + 0.94 |
| 9 | . . . | + 0.53 | . . . | . . . | + 0.22 | + 0.57 | + 1.11 |
| 10 | + 0.45 | . . . | + 1.04 | + 0.72 | + 0.82 | . . . | + 1.30 |
| 11 | . . . | + 0.92 | . . . | . . . | + 1.29 | . . . | + 1.51 |

| Stunden. | Melv. J. | P. Bowen | Iglool. J. | Wint. J. | Halle | Dresden | Plymth. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 4 u. 4 | + 0.01 | . . . | — 0.01 | + 0.03 | + 0.04 | . . . | + 0.14 |
| 5 u. 5 | . . . | + 0.12 | . . . | . . . | + 0.23 | . . . | + 0.45 |
| 6 u. 6 | + 0.07 | . . . | + 0.22 | + 0.09 | + 0.38 | + 0.22 | + 0.57 |
| 7 u. 7 | . . . | + 0.11 | . . . | . . . | + 0.35 | . . . | + 0.54 |
| 8 u. 8 | + 0.07 | . . . | + 0.17 | + 0.18 | + 0.28 | . . . | + 0.36 |
| 9 u. 9 | . . . | — 0.03 | . . . | . . . | + 0.12 | + 0.14 | + 0.08 |
| 10 u. 10 | — 0.04 | . . . | — 0.01 | — 0.03 | — 0.07 | . . . | — 0.20 |
| 11 u. 11 | . . . | — 0.08 | . . . | . . . | — 0.28 | . . . | — 0.48 |
| 12 u. 12 | — 0.04 | . . . | — 0.19 | — 0.15 | — 0.32 | — 0.29 | — 0.53 |
| Extr.-St. | . . . | . . . | . . . | . . . | — 0.18 | . . . | — 0.32 |
| 6. 2 u. 8 | — 0.23 | . . . | — 0.24 | — 0.21 | — 0.46 | . . . | — 0.13 |
| 7. 2 u. 9 | . . . | — 0.15i | . . . | . . . | — 0.45 | . . . | — 0.21 |
| 7. 2. 9 + 9 | . . . | + 0.08i | . . . | . . . | — 0.38 | . . . | + 0.05 |
| (8. 4. 12 | + 0.03 | . . . | — 0.09 | — 0.01 | + 0.10 | . . . | 0.00 |
| (6. 2. 10 | — 0.04 | . . . | — 0.08 | — 0.08 | — 0.06 | . . . | + 0.09 |
| 6 u. 12 M. / 6 u. 12 A. | + 0.01 | . . . | + 0.01 | — 0.03 | 0.00 | — 0.03 | + 0.02 |

1—4) 2-stdl. Beob. auf Parry's Expeditionen, meist auf dem Schiffe! Es zeigten u. a. schwimmende Eismassen oft localen Einfluss, dessen Compensation durch andere der Art zweifelhaft erscheint. In den kalten Monaten wächst die Unsicherheit der Media durch die Unterschiede in den Angaben der Alkohol-Thermometer bei hohen Kältegraden, obwohl man die vom Mittel am meisten abweichenden Angaben nicht benutzt hat; da ferner zu dieser Zeit die Einwirkung der Sonne ganz unbeträchtlich an den nördlichsten Punkten ist, so wird dann die tägliche Variation durch die Zeit des Einsetzens und die Dauer der verschieden warmen Winde, wie der Nebel und der Veränderung der Himmelsansicht fast ausschliesslich bestimmt, und es dürfte überraschen, dass sich in den Differenzen für die Wintermonate (s. u.) nicht mehr Anomalieen zeigen. Von welcher Wirkung die Lage der Thermometer auf einem Schiffe und in einer Zone, wo die Sonne täglich den ganzen Horizont umkreis't, in den Sommermonaten auf die Temperatur-Angaben ist, wurde schon früher besprochen. Wir erhalten durch den Gang der Differenzen in diesen Monaten keine vollkommene Vorstellung von dem Wärmegange auf dem Lande; denn zu dieser Zeit segelte man oft nicht einmal dicht an der flachen Küste; und deutlich erkennt man den Einfluss des Meeres, wenn man aus den stündlichen Beob. in der arktischen Zone, auch auf Novaja Semlja, die mittlere Zeit des täglichen Maximums berechnet, welche früher als in südlicheren Breiten eintritt, was sich auch schon in den Tafeln unmittelbar herausstellt. Alle diese Umstände rechtfertigen es wohl, wenn ich das Mittel zwölfmaliger Beobachtung täglich als wahres angenommen, u. die Differenzen der einzelnen Stunden vom Tagesmittel aus den beobachteten u. nicht aus den berechneten gegeben.

Wir geben noch folgende Erläuterungen zu den obigen Tafeln: 1) Aus gleichzeitigen Beob.-Reihen auf 2 Schiffen. Sept 1819/20. — 2) Sept. 1824/5 — 3) Aus 2 Reihen, August 1822/3. — 4) Desgl. Juli 1821/2. — Die Berechnungen rühren von Richardson her London Geogr. Soc. Journ. v. IX. pt. 3.

5) Aus mehrjährigen Beobachtungen von Kämtz, von $6^h$ Mg. bis $10^h$ Abd. alle 1 oder 2 Std. berechnet. Die fehlenden Nachtbeobachtungen wurden interpolirt. Vorles. über Meteor. 1840 p. 23. Hier findet sich, ebenfalls in monatlichen Mitteln der Stunden, (mit Interpol.) eine Tabelle für Göttingen aus mehrjährigen Beob. Gatterer's. — 6) 10 J. 1828—37 Obs. um 6. 9. $12^h$ Morg. u. 3. 6. 9 u. $12^h$ Abd.; die fehlenden Stunden durch Interpol.-Ber. Mittheil. des statist. Vereins in Sachsen XI. Liefr. Lohrmann setzt das wahre Med. zu niedrig. — 7) Die Resultate der längsten publ. Reihe stündlicher Beobachtungen, welche leider nur im Durchschnitt aller 5 Jahre bekannt gemacht sind, so wichtig auch eine Vergleichung der einzelnen Jahre (wie 1833 u. 34) gewesen. Es zeigt sich hier eine sehr befriedigende Uebereinstimmung mit den früher p. 8. Tab. I. mitgetheilten Differenzen der beiden ersten Jahre, woran das gleichförmige Klima und die localen Verhältnisse des Beobachtungsortes wohl einen nicht geringen Antheil haben. In der Tabelle, British Association 5th. Report. p. 24. (u. Pogg. Ann. Suppl.-Bd. I. 191), finden sich folgende Fehler: im Juni 1 u. $2^h$ Mittg. muss resp. 64°.129 u. 63°.940 F. gesetzt werden.

Zur Ergänzung der Tabellen über die Abweichung der Stunden im Mittel der Jahreszeiten (p. 12 fg.) haben wir die folgenden Differenz-Tafeln berechnet. Wir enthalten uns des beschränkten Raumes halber der Berechnung der Combinations-Stunden, für welche die Correction ohnehin leicht gefunden werden kann, wesshalb wir auch in der vorigen Tabelle nur die wichtigeren Combinationen angegeben haben. Für die Polarzone geben wir nur den Sommer und Winter (d. i. die 3 gebräuchlichen Mon. Dec. fg.), für Halle u. Plymouth auch die beiden andern Jahreszeiten. Auch hier verdient die Gleichzeitigkeit einiger Beobachtungsreihen Beachtung.

**Tab. II.**
**Abweichung im Winter. — ° C.**

| Stunden. | Melville J. Med. −33°.53 | Port Bowen Med. −31°.68 | Igloolik J. Med. −29°.66 | Winter J. Med. −29°.08 | Ft. Franklin*) Med. −27°.28 | Halle Med. 0°.20 | Plymouth Med. 7°.15 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 4 Morg. | + 0.40 | . . . | + 0.39 | + 0.30 | + 0.73 | + 0.99 | + 0.81 |
| 5 | . . . | − 0.01 | . . . | . . . | + 0.78 | + 1.06 | + 0.90 |
| 6 | + 0.44 | . . . | + 0.34 | + 0.17 | + 0.82 | + 1.10 | + 0.94 |
| 7 | . . . | − 0.05 | . . . | . . . | + 0.82 | + 1.09 | + 0.92 |
| 8 | + 0.38 | . . . | + 0.31 | − 0.09 | + 0.74 | + 0.96 | + 0.73 |
| 9 | . . . | − 0.28 | . . . | . . . | + 0.61 | + 0.49 | + 0.33 |
| 10 | − 0.08 | . . . | − 0.34 | − 0.49 | − 0.06 | − 0.05 | − 0.38 |
| 11 | . . . | − 0.34 | . . . | . . . | − 0.83 | − 0.72 | − 1.11 |
| 12 | − 0.30 | . . . | − 0.98 | − 0.74 | − 1.48 | − 1.25 | − 1.57 |
| 1 Nmitt. | . . . | − 0.06 | . . . | . . . | − 1.76 | − 1.64 | − 1.67 |
| 2 | − 0.52 | . . . | − 0.95 | − 0.65 | − 1.64 | − 1.78 | − 1.54 |
| 3 | . . . | + 0.15 | . . . | . . . | − 1.22 | − 1.61 | − 1.25 |
| 4 | − 0.39 | . . . | − 0.33 | − 0.30 | − 0.73 | − 1.28 | − 0.85 |
| 5 | . . . | + 0.04 | . . . | . . . | − 0.44 | − 0.81 | − 0.32 |
| 6 | − 0.13 | . . . | + 0.04 | + 0.11 | − 0.24 | − 0.45 | − 0.06 |
| 7 | . . . | + 0.18 | . . . | . . . | − 0.20 | − 0.18 | + 0.10 |
| 8 | − 0.16 | . . . | + 0.23 | + 0.38 | + 0.11 | 0.00 | + 0.25 |
| 9 | . . . | + 0.15 | . . . | . . . | + 0.35 | + 0.19 | + 0.36 |
| 10 | − 0.06 | . . . | + 0.39 | + 0.46 | + 0.38 | + 0.36 | + 0.44 |
| 11 | . . . | + 0.18 | . . . | . . . | + 0.56 | + 0.48 | + 0.49 |
| 12 | + 0.22 | . . . | + 0.45 | + 0.58 | + 0.66 | + 0.61 | + 0.54 |
| Extr.Std. | . . . | . . . | . . . | . . . | − 0.47 | − 0.34 | − 0.36 |

**Tab. III.**
**Abweich. im Herbst. — °C.**

| Stunden. | Halle Med. 9°.28 | Plymouth Md. 11°.60 |
|---|---|---|
| 4 Morg. | + 2.70 | + 1.71 |
| 5 | + 2.68 | + 1.79 |
| 6 | + 2.44 | + 1.65 |
| 7 | + 1.99 | + 1.37 |
| 8 | + 1.26 | + 0.66 |
| 9 | + 0.31 | − 0.45 |
| 10 | − 0.91 | − 1.46 |
| 11 | − 1.91 | − 2.19 |
| 12 | − 2.72 | − 2.60 |
| 1 Nmitt. | − 3.19 | − 2.73 |
| 2 | − 3.36 | − 2.43 |
| 3 | − 3.15 | − 2.07 |
| 4 | − 2.69 | − 1.46 |
| 5 | − 2.11 | − 0.78 |
| 6 | − 1.44 | − 0.26 |
| 7 | − 0.82 | + 0.18 |
| 8 | − 0.24 | + 0.45 |
| 9 | + 0.30 | + 0.71 |
| 10 | + 0.80 | + 0.92 |
| 11 | + 1.30 | + 1.11 |
| 12 | + 1.71 | + 1.26 |
| Extr.-St. | − 0.33 | − 0.48 |

*) In 65°12′ n. Br. 125°33 w. L. 220′ h.; beim grossen Bärensee. A. 19 Obs. tgl. v. Septbr. 1825 bis Mai 26 (die Juni-Beob. verloren, Juli u. Aug. 3-stdl.) Richardson l. c. Media mit Interpol. der fehlenden Stunden ber.

## Tab. IV.
### Abweichung im Sommer. — °C.

| Stunden. | Spitzberg.*) Med. 3°.42 | Melville J. Med. 2°.83 | Port Bowen Med. 2°.73 | Igloolik J. Med. 1°.71 | Winter J. Med. 1°.73 | Halle Med. 17°.14 | Plymouth Med. 16°.04 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 4 Morg. | . . . | + 1.42 | . . . | + 2.18 | + 1.55 | + 4.48 | + 2.99 |
| 5 | + 0.52 | . . . | + 0.81 | . . . | . . . | + 3.83 | + 2.83 |
| 6 | . . . | + 0.67 | . . . | + 1.03 | + 0.94 | + 2.87 | + 2.01 |
| 7 | + 0.04 | . . . | 0.00 | . . . | . . . | + 1.81 | + 0.80 |
| 8 | . . . | — 0.08 | . . . | — 0.35 | + 0.01 | + 0.55 | — 0.47 |
| 9 | — 0.19 | . . . | — 0.56 | . . . | . . . | — 0.56 | — 1.46 |
| 10 | . . . | — 0.86 | . . . | — 1.41 | — 0.94 | — 1.59 | — 2.17 |
| 11 | — 0.59 | . . . | — 1.26 | . . . | . . . | — 2.54 | — 2.67 |
| 12 | . . . | — 1.42 | . . . | — 2.09 | — 1.60 | — 3.40 | — 3.03 |
| 1 Nachm. | — 0.77 | . . . | — 1.31 | . . . | . . . | — 3.99 | — 3.12 |
| 2 | . . . | — 1.45 | . . . | — 2.33 | — 1.77 | — 4.31 | — 3.20 |
| 3 | — 0.66 | . . . | — 1.28 | . . . | . . . | — 4.40 | — 2.75 |
| 4 | . . . | — 1.18 | . . . | — 2.05 | — 1.50 | — 4.09 | — 2.40 |
| 5 | — 0.42 | . . . | — 0.55 | . . . | . . . | — 2.47 | — 1.80 |
| 6 | . . . | — 0.78 | . . . | — 0.98 | — 0.79 | — 2.64 | — 1.08 |
| 7 | 0.00 | . . . | — 0.11 | . . . | . . . | — 1.78 | — 0.35 |
| 8 | . . . | — 0.06 | . . . | + 0.01 | + 0.12 | — 0.78 | + 0.60 |
| 9 | + 0.17 | . . . | + 0.42 | . . . | . . . | + 0.20 | + 1.25 |
| 10 | . . . | + 0.76 | . . . | + 1.36 | + 0.82 | + 1.21 | + 1.63 |
| 11 | + 0.47 | . . . | + 1.14 | . . . | . . . | + 2.21 | + 1.90 |
| 12 | . . . | + 1.35 | . . . | + 2.13 | — 1.29 | + 3.18 | + 2.27 |
| Extr.-Std. | . . . | . . . | . . . | . . . | . . . | — 0.16 | — 0.11 |

## Tab. V.
### Abweich. im Frühling. — °C.

| Stunden. | Halle Med. 8°.95 | Plymouth Med. 9°.82 |
|---|---|---|
| 4 Morg. | + 3.55 | + 2.70 |
| 5 | + 3.28 | + 2.68 |
| 6 | + 2.72 | + 2.26 |
| 7 | + 1.96 | + 1.27 |
| 8 | + 0.98 | + 0.08 |
| 9 | — 0.13 | — 1.14 |
| 10 | — 1.24 | — 1.99 |
| 11 | — 2.13 | — 2.58 |
| 12 | — 2.90 | — 3.06 |
| 1 Nachm. | — 3.44 | — 3.25 |
| 2 | — 3.69 | — 3.12 |
| 3 | — 3.63 | — 2.82 |
| 4 | — 3.29 | — 2.35 |
| 5 | — 2.72 | — 1.65 |
| 6 | — 2.05 | — 0.86 |
| 7 | — 1.27 | — 0.04 |
| 8 | — 0.52 | + 0.56 |
| 9 | + 0.21 | + 1.04 |
| 10 | + 0.90 | + 1.42 |
| 11 | + 1.57 | + 1.69 |
| 12 | + 2.24 | + 1.95 |
| Extr.-Std. | — 0.06 | — 0.28 |

*) In Hecla Cove, 79° 55′ n. Br., 14° 29′ ö. L. Par.; obs. auf Parry's Exped., an Bord, Juni—August 1827.

## Nachträge zu den Tabellen über die mittlere Vertheilung der Wärme auf der Erdoberfläche p. 29 fg. Länge von Paris. Höhe in Pariser Fuss. Cent.-Grade.

### A. EUROPA.

Zu p. 30. Ostersund. Nach Forsell's Mitth. Lond. Geogr. Journ. IX. ist d. Md. (Std.?) a. 6 J. 1823—28 J.: 2°.1. W. — 9.3, S. 13.9.

p. 31. Falun. In Lond. Geogr. S. J. IX. a. 9 J. 1830—38, Std.? J. 4°.4. W. — 5.5, S. 14.6; k. M. — 7.4, w. M. 15.7.

p. 33. Göteborg. A. 46 Jahren 1787—1832 Std.? J. 7°.9 (nicht 7.3). N. Forsell ebd. Vgl. Tuneld's Geogr. Sver. I. — Wexiö a. denselb. 34 J. W. — 2.3, S. 17.7; k. M. — 2.8, w. M. 18.9. — Kopenhagen. Aus 52 J. 1767—76, 82—88, 98—1809 Beob. auf d. Observatorium, u. 1814 —24, 27—38 im botan. Garten; von Schouw ber., auf wahre Med u. auf den bot. Garten reducirt, ergiebt sich ebenfalls J. 8°.2. W. — 0.4, S. 17.2. Climat de l'Italie 1839.

p. 34. Apenrade. Dasselbe wahre Med. ergaben 16 J. (1832 u. 33 hinzuger.). — Näs u. Reikiavig 1823.—1. Juli 29, obs. um 8 u. meist 9h Mg., dann tägl. Extr. bis 1835, v. da bis z. 1 Aug. 1837 nahe tägl. Extr. (Zeit) von Thorstensen. 8J. 1829—36 tgl. Extr. J. 3°.4. W. — 2.0, S. 10.7; k. M. — 3.1, w. M. 12.1 (8—9 J.); a. 14—15 J. 1823—37 J. 4°.1 corr. nach d. stdl. Beob. in d. Polarzone u. z. Leith (dasselbe Med. findet Schouw); W. — 1.6, S. 12.0 (14—15 J.), k. M. — 2.0 (Febr.), w. M. 13.5 (a. 15 J.). Sommerwärme des Meerwassers (4—5 J. Vormittags): 10°.1. Collectanea meteorolog. fasc. II. Hafn. 1839; Monats-Ber. d. geogr. Ges. z. Berlin 1839.

p. 35. Stromness u. Sandwick Manse, Orkney's J. in 58° 57′ n. u. 5° 49′ w., ? h. a. 12 J. 1827—38, obs. Clouston, 10 u. 10h cor. J. 8°.0. W. 4.0, S. 12.5; k. 3.4, w. 13.0. An der Westküste der J. Pomona. James. Edinb. J. 1839. — Alford, Aberdeensh., in 57° 13′ n. 400′ h. 26 engl. M. v. d. Küste v. Aberd.sh. A. 7. J. 1833—39, obs. Jam. Farquharson, 9½ Mg. u. 8½h Ab. J. 7°.3. Edinb. J. 1840.

p. 36. Kinfauns Castle. Aus 27 J. bis 1839 ebenfalls J. 8°.1.

p. 37. Canaan Cottage bei Edinburgh, 280′ h., a. 11 J. 1824—31, 34, 35, 37, obs. Adie tägliche Extr. J. 8.5 (ebenso a. 12 J., 1839 incl.). W. 3.6, S. 14.2; k. 2.4, w. 15.0; mit Playfairs cor. Beob. vereinigt 17 J: J. 8.6. W. 3.6, S. 14.4; k. 2.8, w. 14.9. Die absol. Höhe beider Beob.-Oerter ist fast gleich.

p. 38. Applegarth Manse, 55° 13′ n., 5° 32′ w. 170′ h. A. 12 J. 1827—38, obs. Dunbar 9 u. 9h etc. (Med. bis 1839, 13 J. 7°.9); corr. Med: J. 8.1. W. 2.4., S. 13.4.; k. 1.2, w. 14.1. 10 engl. Meil. v. d. See. James. Ed. J. vol. 28. u. 1840. Phil. Mag. monatl. — Carlisle k. 2.3, w. 14.8.; cor. a. 24 J.

p. 39. Lancaster. 7 J. 1784—90 cor. zu den 6 J. (p. 39. Med. 9°.5.) hinzugerechnet, geben als 13-j. Medium: 9°.1.

p. 40. Dublin. A. d. 17. J. Beob. v. Kirwan ergiebt sich W. 4.3, S. 15.3; k. 3.6, w. 16.0. — Lyndon. A. Barker's Obs. 1771—98 Morg. u. Nmitt. (Zeit d. Extr. vielleicht) J. 9°.2. W. 2.7, S. 16.6.; k. 1.8, w. 17.5. Phil. Trans. — Great Malvern 490′ h. a. 3 J. 1835—37 tägl. Extr.: J. 8.9. Lond. Met. Trans. v. I. — Einige Beobachtungsreihen, z. B. für Thetford in diesen Transactions sind völlig unbrauchbar; in andern sind unbegreiflicher Weise die gröbsten Fehler unbeachtet geblieben.

p. 41. Cheltenham. Aus den wahrscheinlich nicht immer genauen Berechnungen und zuweilen (Nov. u Dec.) fehlerhaften monatl. Mitteln von Beob. der tägl. Extreme von Moss ergiebt sich im 13-jähr. Durchschn. W..., S. 15.8.; k. 2.7, w. 16.8. Aus dem mon. Med. ber., in Trans. Met. Soc. v. I. — London. Tägl. Extr. k. 1.7, w. 17.3., (24 J. Beob. auf dem Lande); k. 3.0, w. 17.6. (20 J. Stadt-Beob. d. Roy. Soc.)

p. 42. Gosport. A. 16 J. 1816—31. J.: 11°.0. W. 5.0, S. 17.1; k. f. 3.9, w. M. 17.8. — Lyme Regis a. 13 J.: k. M. 4.5, w. M. 15.8.

p. 43. Plymouth. Das 5-jähr. Md. aus d. stdl. Obs. ist nicht 11.4, ondern 11.16; n. 8$^{th}$ Report brit. Ass. Daher Md. a. 7 J. J.: 10.8 (nicht 1.0). — k. 5.9, w. 16.5 (n. Harris a. 11 J.). — Penzance. W. 6.9, S. 6.0; k. 5.7, w. 16.7 a. 21 J. cor. n. Plym.; aus 10 J. tägl. Extr.: W. 6.8, ;. 15.7; k. 5.8, w. 16.4.

p. 45. Breda, 30′ h. Aus Wenckebach's Beob. 1838, 7—8$^h$ u. $\frac{1}{2}^h$, ergiebt sich, auf vieljähr. Med. nach Brüssel reducirt, J. 9°.8. — Lost, a. d. 3 J. 1835, 36 u. 38, tägl. Extr. J.: 10°.7. Ann. l'Obs. 1837.

p. 47. Brüssel. Höhe 180′. A. d. tägl. Extr. der 6 J. 1833—38 .: 10°.4. W. 3.7, S. 18.0. Aus den älteren vieljähr. Beob. J. 10.3. W. 1.6. ;. 19.7 (?); Kickx obs. 6, 10, 2, 6 u. 10$^h$. — Maestricht. Höhe 160′. ı. d. 16 J. 1818—33, um 9 u. 9$^h$, J.: 10°.1. W. 1.8, S. 18.0; k. —0.2, r. 18.9. — Lüttich. A. 4—5 J. 1830—35, 9 u. 9$^h$: J. 11.1. W. 3.7, ı. 18.6. Höhe 70$^m$ üb. d. Maas.

p. 49. Paris. A. 29 J.: k. M. —1.9, w. M. 18.8.

p. 50. Tours, 47° 24′ n., 1° 39′ w.? h. J.: 11°.5, Zeit? Berghaus' Länderk. V. 40.

p. 52. Avignon. In den Ann. des Sc. natur. wird aus 27-j. Beob. ;uérin's angegeben: J. 14°.4. W. . . . . , S. 24.1. (cit. Més. bar. p. 121—158). Nach Schouw's Italie. I., a. 25 J. v. G., mit Rücksicht auf d. tägl. Var.-größe corr. J. 14.4. W. 5.8, S. 23.1; k. 4.8, w. 23.8.

p. 53. Marseille. A. 5—6 J., obs. Sylvab. (Schön Wittr.) ergiebt ich J. 14.6. W. 7.3, S. 22.7. Das 20-j. Mittel v. Thulis etc. ist wahrsch. nbrauchbar, indem die Media aus den monatl. Extr. ber. zu sein scheinen wenigstens gilt dies v. J. 1807 in d. Mém. de l'Acad. de Mars. p. 1807 'abl.). Nach Berghaus' phys. Atl. Tp.-Tf. a. 4 J. J.: 14.4. W. 8.3, S. 0.0; Std.? A. d. 12 J. 1823—34, obs. Mittags, corr. nach der Differenz ieser Stunde vom wahren Med. in einigen Jahren J. 14.5; dasselbe Med. elern 18 J. (Sylvab. u. 1838 zu jenen hinzugefügt. A. d. 16 J. 1823—38, . Valz etc. (MS.): J. 14°.1; Std.? Jedenfalls rechtfertigt sich die bei Mars. . 4. ausgesprochene Vermuthung, daſs das Med. 14.7 noch zu groſs sei. .us 9—10 J. erhalte ich W. 8.0, S. 21.8.

p. 54. Tilsit. A. 19 J. bis 1838: J. 6.8. W. —3.4, S. 16.5; k. -5.2, w. 17.3. — Königsberg. Schouw giebt a. denslb. Jahren: J. 6°.2 o. Die Zeit d. Beob. war im Sommer (welche Mon.?) 6, Max. (od. 2) . 10$^h$, im Winter Min. od. 8 Mg., Max. (od. 2) u. 10$^h$. K. —4.2, w. 17.0.

p. 55. Stralsund. Berghaus, Alm. f. 1840, giebt auch corr. a. 11 J. IS.-Beob. J. 8.1. W. —0.2, S. 16.5; k. —1.6, w. 17.9. — Starkenorst, corr. n. auf vielj. Med. red. J. 8.5. — Altona, 53° 33′ n., 7° 36′ ö., 20′ h. A. 5 J. gleichzeit. Beob. v. Hansen etc. mit Apenrade auf 16-j. led. (s. p. 136) red.: J. 8.9.

p. 56. Neustrelitz. Corr. n. Salzuf. u. wegen d. jährl. Abweich. uf vielj. Med. n. Berlin red. J. 8°.8. — Prenzlau. Ebenso ber. J. 8°.8. - Perleberg. Ebenso ber. J. 9.0. — Thorn. A. d. (unvollstd.) J. 1821, 2, 24, 25 im MS. findet Berghaus, Alman. f. 1840, d. corr. Med. J. 8.2. V. +0.9?, S. 16.5. — Berlin. Schouw corr. 13 J. zwischen 1783 u. 837 u. findet J. 8.5. W. —0.2, S. 17.1. Berghaus giebt 1839, zum 'heil aus eigenen Beob. an: J. 8.9. W. +0.1, S. 17.9; k. —0.3, w. 19.3. Länderk. 4. Bd. Mädler aus 17 J. 1822—38, tägl. Extr., J. 9.0. W. -0.4, S. 18.1; k. —2.6, w. 18.8. Astrón. Nachr. 1839 p. 106. Corrig. nan diese mit Kämtz' Coeffic. (Vorles. p. 28.), so ergiebt sich J. 8°.8. V. —0.4, S. 17.7; k. —2.6, w. 18.4. Nach gleichzeit. Beob. d Extr. u. m 6, 2 u. 10$^h$ corr. finde ich J. 8°.5. — Hannover, 52° 22′ n., 7° 4′ ö., ? h, J. 8.75. Zeit? N. v. Reden 1839. — Klausthal. J. 6°.1. ;eit? Ebders.

p. 57. Münster. A. 10—11 J. 1818—26, 1833, 34 (dieselb. Std.) . 9.5. W. 2.2, S. 16.8; k. 0.7. w. 17.4. — Brocken. 2 J. 1838 u. 39,

6, 2 u. 10ʰ J. +1°.2. Sächs. Provbl. — Kottbus, 51° 45′ n., 12° 0′ ö., 200′ h. 3 J. 1830—32, obs. Loof n. ⊙fg., 12—1ʰ u. ⊙untg. unc. J. 8°.4, 9tes Progr. — Göttingen, Höhe 410′. J. 9.1. W. + 0.6, S. 17.6. Mehrere Jahre; nach Kämtz' Vorles. Met.

p. 58. Halle. Aus mehrj. Beob. v. Kämtz; wahre Med., MS. J. 8°.8 (mit Red. weg. d. j. Abw.). W. 0.0 (9—10 J. 1827—38), S. 17.5 (6—7 J.); k. —2.3 (10 J.), w. 19.2 (6 J.). — Allstedt (vgl. p. 59), 51° 25′ n., 9° 4′ ö., 450′ h. Aus 7. J. Std.-Corr.? J. 9.1. W. 0.5, S. 17.6. Bergh. phys.-Atl. Met. 4. Tp.-Tf. — Düsseldorf (Rheinhöhe 85′). Nach Günther J. 10°, n. Heis 11°.1 (?) Std. unbekannt. 1. Jahresb. des Rhein. bot. Vereins (auch Bergh. Ann. 1839). — Polnisch Wartenberg, 51° 19′ n., 15° 21′ ö., 460′ h. Obs. Hofrichter 15 J. 1818—32, 7, 2 u. 10ʰ; Manuscr. Cor. n. Halle: J.: 7°.7 (unc. 8.1); W. — 2.0. S. 16.8; k. —3.7, w. 18.5. — Görlitz, 51° 7′ n., 12° 21′ ö., 650′? h. 2 J. 1837 u. 38, um 7, 2 u. 9ʰ v. Hertel, nach d. sächs. Beob. auf 11 J. red. J. 7.3 cor. — Breslau. A. 30 J. (Std.-Corr?) n. Bergh. phys. Atl. 4. Taf. J.: 7.9, W. — 1.0, S. 17.2. — Dresden. Eine zweite Reduction auf wahres Med. ergiebt J. 8°.5, a. 11 J. (Kämtz' Vorles. J. 8.3. W. — 1.2, S. 17.2.) Berghaus ber. (offenbar viel zu hoch) a. 24 J. bis 1835 cor. J. 9.6. W. + 0.4, S. 18.3; k. — 1.1, w. 19.5. Alman. f. 1840.

p. 59. Eisenach. A. 7 J., Std.-corr.? J. 8.3. W. — 0.2, S. 16.8. Berghaus l. c. — Wartburg. A. 10 J., Std.-corr.? J. 8.2. W. 0.0, S. 16.2; k. — 2.1, w. 17.1. Ebd. — Köln, 50° 55′ n., 4° 35′ ö., 120′ h.; a. 3 J. 1833 — 35, obs. Garthe, Std.? J. 10°.6. — Zittau, 11 J. bis 1838 geben J. 8°.8; corr. n. Var. 7.6.

p. 60. Aachen, 50° 47′ n., 3° 44′ ö., ?′ h. J. 9°.2. Zeit? N. Benzenberg. Rhein. Pr. Bl. II: — Marburg. Die Veränderlichkeit der Beobachtungsstunden wie die Lage des Thermometers in einigen Jahren etc. erregen einiges Misstrauen. Schrift. d. nat.-hist. Ges. zu M. II. 1829. — Ilmenau; a. 10 J. Std.-corr.? J. 7.4. W. — 1.2, S. 15.9; k. — 3.1, w. 16.6. — Frankenheim, 50° 32′ n., 7° 46′ ö., 2200′ h. A. 7 J., Std.-corr.? J.: 5.7. W. — 1.9, S. 13.5. Berghaus l. c. — Koblenz, 50° 22′ n., 5° 16′ ö., 180′ h. A. 16 J. (Std.?) 1819—35 v. Mohr u. Ulffers. J. 10.6 (?). W. — 0.2. S. 19.2 (?) 1. bot. J.-Bericht. — Koburg. J. 7.8 (zu niedrig?); W. — 0.9, S. 17.1; k. — 1.7, w. 17.6. A. 12-j. Beob. 1782—93 v. Ernst Friedr., Herzog v. Kob. Mg., Mitt. u. Abd. (Manh. Std.?); Abweich. v. Mittel v. Arzberger berechnet (wie?). Schweigg. J. Bd. 35.

p. 61. Tetschen. 8—9 J. März 1828 bis Dec. 1836. J.: 9.0. W. — 1.2, S. 18.8. — St. Peter. 4—5 J. Juni 1828 bis Dec. 1832. J.: 5.5. W. — 3.6, S. 14.1. — Hohenelbe. 15 J. 1822—36. J.: 6.7. W. — 2.6, S. 15.6; k. — 4.3, w. 16.4. Einflufs des Riesengeb. — Leitmeritz. 6 J. 1830 — 34 u. 36. J. 9.4. — Rotenhaus. 10 J. 1827 — 36. J. 8.2. W. — 2.1, S. 17.9.

p. 62. Saaz. 13 J. bis 1836. J.: 8.9. W. — 1.4, S. 18.3. — Königgrätz. 9 J. bis 1836. J.: 8.2. W. — 1.4, S. 18.1. — Smetschna. 8 J. (1834, 36 hinzuger.) J.: 8.2. W. — 2.4, S. 17.9. — Eger. 9 J. bis 1834. J.: 7.3. — Prag. 15 J. 1822—36, nahe wahres Med. J.: 9.5. W. — 0.6, S. 19.1; k. — 2.4, w. 20.2. — Landskron. 14 J. 1822—34, 36. J.: 8.0. W. — 2.4, S. 17.9; k. — 4.6, w. 18.8.

p. 63. Brzezina. 6 J. 1828—30, 33, 34, 36. J.: 7.0. — Deutschbrod. 8 J. 1828—34, 36. J.: 7.9. W. — 2.1, S. 17.1. — Seelau. A. 6 Jahren bis 1836. J.: 8.0. W. — 1.0, S. 21.2. Unzuverlässig. — Olmütz, Höhe gegen 800′. — Tabor. 14 J. bis 1836 a. 7 u. 2ʰ J.: (8.1), corr. 7.3. W. — 2.8, S. 17.0. — Rehberg. 8 J. 1828—34, 36. J.: 5.9. W. — 3.3, S. 14.9. — Neubistritz. 8 J. 1828 — 34, 36. J.: 5.8. W. — 3.6, S. 15.1. — Krumau. 5 J. 1832—36. Med. 7.4, auf 11 J. n. Hohenfurth red. 7.2. Nullpunkt des Therm. corr. — Hohenfurth. 11 J. 1824, 27—36. J.: 6.7. W. — 3.3, S. 16.4; k. — 5.0, w. 17.5.

p. 64. Frankfurt a. M. k. — 0.7. w. 19.1, a. 32 J. n. Berghaus.

p. 65. Trier. Nach Schäfer's trier. Flora. I. p. VI. J.: 9.5. S. Delamorre in Häberle's met. Heften, 1811.

p. 66. Karlsruhe. Schouw giebt a. 30 J. die corr. Med. J.: 10.4. W. 1.4. S. 19.0.

p. 68. München. Zeile 1 l. 7 J. 1781—86, 88. Höhe 1620′. Aus den 25 J. 1805—29, 6, 1—2 u. 9 h, also nahe wahres Med. J.: 9°.2. W. + 0.3, S. 17.6; k. M. — 1.3, w. M. 18.2. Bair. Ann. 1832 p. 77. Mit den älteren 7 J. vereinigt, ist d. 32-j. Med. W. 0.0, S. 17.7.

p. 69. Kremsmünster. N. Kämtz' Vorles. J.: 8°.3. W. — 1.9, S. 17.6 (a. ? J.). — Andechs. N. Kämtz' Met. (zu hoch?) W. — 1.0, S. 19.0.

p. 70. Tegernsee. 8 J. 1781—88, geben n. Schouw's Italie I. d. (unsicher) corr. Md. J.: 6°.6. W. — 1.9, S. 15.3. — Innsbruck. Aus 51 J., obs. Zallinger gegen 4 h Mg. u. gg. 1½ h ergiebt sich n. der Corr. mit Rücksicht auf d. tägl. Var., die jedoch in manchen Mon. anomal erscheint, J.: 9.0. W. —1.9, S. 18.3; k. — 3.8, w. 18.4. Aus den 18 J. 1807—24 ebenf. corr. J.: 8.9. W. — 1.9, S. 18.0; k. — 3.8, w. 18.5. Zall. Met. Beob. Decbr. 1833. — Murau hat 2650′, Grätz 960′, Schönstein 1270′, Laibach 900′? Höhe.

p. 71. St. Gallen, 47° 26′ n., 7° 2′ ö., 1360′? h. J.: 8°.5. W. 0.0, S. 17.2. A. 10 J. 1817—26. Wahre Med.; MS.

p. 75. Mailand. D. 77-j. corr. Med. 1768—1839 J.: 12°.7. — Saint-Jean de Maurienne, 45° 18′ n., 4° 4′ ö., 1700′ h. Aus 12 J. April 1826—38, obs. Billiet an einem corr. Therm. Zeit d. tgl. Extr., kurz vor ☉aufg. u. 2 od. 3 h: J.: 9°.7. W. + 0.2. S. 18.7; k. — 0.8, w. 19.9. Localer Einfl. durch Berge und Thalwinde. Mem. Acc. di Torino. 2. Ser. t. I. p. 161.

p. 76. Mantua. 4 J. 1827—30. J.: 12°.4; tägl. Extr. i. MS. — Modena, 44° 39′ n., 8° 35′ ö., 220′ h. J.: 11.7 (Zu niedrig?) cor. a. 8 J. 1830—32, 33—38, obs. Bianchi Mittags (Md. 14.5) i. MS.

p. 77. Camajore. A. 45 J. Beob. v. Butori bis 1821 corr. J. 14.2. — Pisa: J. 12.7 (R ? = 15.9 C.) Zeit? N. Grassi's Descriz. storica etc. di Pis. II.; ebenso Clark Clim. (Schouw's Med. zu niedrig?)

p. 78. Cattaro, 42° 17′ n., 16° 11′ ö., J.: 14°.6; Zeit? N. Berghaus' Länderkde. IV. — Neapel. A. 9 J. 1821—28 u. 36 corr. J.: 16.9. Obs. auf d. Spec. d. marina.

p. 80. Penafiel, 41° 17′ n., 10° 30′ w. Lg., 970′ h. Aus 4 J. (Std.?) J.: 16.8 (zu hoch). W. 9.6, S. 24.5 (?) Unzuverlässig. N. Berghaus' phys. Atl. Tp.-Tf. — Madrid, 1801 wurde um 11 (nicht 10) h Abd. obs.

p. 81. Konstantinopel. A. 11 Mon. Mittagsbeob. (1799 Meigs u. 1816 Turner) u. a. d. J. 1835 ergiebt sich cor. J.: 13 8. W. 5.2, S. 22 1. Mit Rücksicht auf die Abweich. dieser Jahre vom vieljähr. Md. aus Beob. in Südrussland und Italien scheint das wahre Med. J.: 13 5 (bis 14.0). W. 5°, S. 23° festgestellt werden zu dürfen (vgl. p. 81). Vgl. Niebuhr's Reise. — Canea. Das Med. des J. 1818 weicht in Palermo nur um + 0.1 von 39-j. ab. Es ist also 18°.6 wahrsch. für Canea als vielj. Mittel zu betrachten, wenn die Beob.-Std. nicht eine Corr. erfordern!

p. 82. Warschau. 370′ h. J.: 7°.3. a. 13 J. 1826—38, obs. Arminski, Std.? 1828—38: 7°.2 (in Krakau 7°.9 cor.). — Krakau. 620′ h. A. 13 J. a) 1826—36 um 7, 12, 3 u. 9 h, obs. Steczkowski (corr. J. 8°.3); b) 1837 u. 38 um 6, 2 u. 10 h. J.: 8.0 (also Med. p. 82. nicht zu niedrig). W. — 3.3, S. 19.1; k. — 5.3, w. 19.6. D. J.-Med. 9°.0 (p. 82) ist fehlerhaft, da das unc. Med. 9 3 der älteren Beob. wahrsch. schon die neueren von 1826 an einschliesst. Alle 19 J. (nicht 18) geben unc. J.: 9.2. W. — 2.0, S. 19.9; k. — 4.0, w. 20.7. Result. d. Beob. a. d. Observ. zu Kr. 1839. — Lemberg. 840′ h. J.: 6°.1 (Std.?) aus 3 J. auf 13 J. in Krak. red. Zu niedrig? Einfl. der Karp.?

p. 83. Ofen. A. 10 (zw. 1827—38) oder mehr. J. Beob. auf der

Sternwarte; Std.? J.: 10.2. W. —1.1, S. 20.9. Nach v. Dorner's Mitth. — Cserna-Thal, Höhe? 1827—38 (10 J.; gleichzeit. mit Ofen?) nach Martini's Beob., Std.? J. 12°.4. W. —0.9, S. 22.8. Von hohen Felswänden umschlossenes, grösstes Querthal des Banater Alpenstocks. — Uleåborg. Die Std.-Corr. des j. Md. d. 6 J. Beob. v. Julin ist nur + 0.1 (nach v. Buch's Annahme + 0.7); red. man d. Med. wegen der kalten Beob.-Jahre auf vielj. Med. (n. Upsala), so erhält man jedoch wieder J.: + 0°.7. —

p. 84. Petersburg. k. M. — 9.6, w. M. 17.6 corr. a. 14 J. Aus den 15 J. 1823—34, 36 u. 37 ergiebt sich als wahres Med. J.: 4°.0.

p. 85. Kasan. Nach einer andern Corr. a. d. stdl. Beob. in höheren Breiten ergiebt sich ebenfalls a. 12⅓J. J.: 2°.2. A. 8—9 J. um 9 u. 9h: W. — 14.4, S. 17.0; k. — 16.6, w. 18.6 unc. — Moskau. Nach der tgl. Var. corr. (Druckfehler machen jedoch d. Result. nicht ganz zuverlässig,) erhalte ich W. (17—18 J.) — 9.4, S. (18 J.) 16.2; k. —10.6 (Decbr.) w. 17.5 (Juli). Alter Styl.

p. 86. Nicolaïeff, 46° 59′ n., 29° 39′ ö., 80′ h. ca. (75′.7 engl. üb. d. Ingul). A. 14 J. 1825—38 Beob. im hydrogr. Depot i. MS. v. Knorre um 10 u. 10h, neu. St.; corr.: J.: 9.3. W. —3.3 (14—16 J.), S. 21.5 (15 J.); k. — 5.2, w. 22.3 (15 J.) Gleichzeit. Beob. an der Pilotenschule geben im 5-jähr. Mittel ein um 0°.5, a. 6—9 (unvollst.) J. ein um 0°.4 höheres J.-Med. — Cherson, 46° 38′ n., 30° 17′ ö., 100′ (96′ engl. üb. d. Dnjepr). A. 14 J. 1825—38 Beob. in d. Corderie v. Ouchakoff und Oudaloff, wahrsch. um 10 u. 10h, i. MS.; neu. St.; corr.: J. 9°.4. W. — 3.7 (11—13 J.), S. 21.6 (14 J.); k. — 5.9 (11 J.), w. 22.5 (14 J.). — Odessa, a. 2 J. Std.? n. Bergh. phys. Atl. J.: 9.9. W. + 1.2, S. 20.8. — Astrakhan. Lokhtin's Beob. geben wegen d. Std. ein zu hohes Med. Nach den gleichzeit. Beob. in Südrussland ist die Abweich. des J. 183½ = 0.6, daher das Med. wahrscheinlich nur 8°.5. — Sympheropol. A. 13 J. 1822—33, Sept. 183½, obs. v. Steven, ⊙aufgg. 2—3 u. 10h. Mitgeth. v. Démidoff Voy. dans la Russ. mérid. 1839, aber nicht fehlerfreie Zahlenangaben. Aus d. tägl. Extr. etwa, mit Var.-Corr. J.: 9°.9. W. + 1.0, S. 19.9. D. Med. aller 3 Beob., n. der Var. corr., ist a. 13 Jahren, J.: 9.9, u. aus 12 J. W. + 0.6, S. 19.8; k. — 0 2, w. 20.9. Alter St. Gegen Nordwinde geschützte, aber den Ostwinden ausgesetzte Lage. — Sewastapol. A. 15 J. 1824—38, obs. Zasybine u. Prostotieff, 10 u. 10h; i. MS.; neu. St.; corr.: J. 11.5. W. + 1.7 (14—15 J.), S. 21.7; k. + 0.6, w. 22.4. — Nikita (Südk. d. Krym); a. 3 J. gleichzeit. Beob. mit Sympher. auf 13-j. Md. red. (Std. dieselben?): J. 12°.0 (vielleicht etwas zu hoch). Olivengärten.

## B. ASIEN.

p. 86. Spitzbergen, 80° n. Nördlichster Punkt, wo Temp.-Beob. auf der Erde angestellt sind.

p. 87. Novaja Seml., 74¾° n., Westküste: W. (183⅔) — 15.0. — Jakuzk, aus mehrj. Beob., welche Erman im Lond. Geogr. Soc. J. v. IX. mitgetheilt, um 6, 2 u. 9h (alt. Styl?) Corr. gering: J. — 9.7. W. — 39.1, S. 17.2; k. — 41°.0, w. 20°.0. (Nach Kämtz' Met. Vorles. J. — 10.0. W. — 37.4, S. 16 2.)

p. 88. Jekaterinenburg. Wenn d. Med. der beiden kalten Jahre 1836. 37 nach den Beob. im mittl. Russland auf vielj. red. werden darf, so entfernt sich d. j. Medium wenig von + 1.0. — Irkutzk. Auch Kämtz giebt J. — 0.2; u. corr. W. — 17.9, S. 16.0. Vorles. — Khirgisen-Steppe, 46° n. W. (18⅔⅞) — 20.0; a. d. Exped. v. Berg u. Tschichatschew (1 —) 2 J.: W. in 46° Br. ca. — 19.7 (sehr kalte J.)

p. 91. Bancoorah, Höhe 200′? Das 4-j. corr. Md. ist 26°.0.

p. 92. Nagpur. N. Kämtz' Corr. ist d. Med. 27.5. Vorles. 1840.

p. 93. Mahabuleshwur, 17° 59′ n., 71° 10′ ö., 4200′ h. J. 18°.6

(a. ? J.). D. J. 1834, obs. Murray tägl. Extr. 19°.6. Nahe dem Westabhange des Ghats. Local-Einfl. durch Nebel (Max. des j. Regenquant.) Die mittl. Var. d. tägl. Extr. betrug in einem Regenmon. (Sept.) nur 1°.6. Athenaeum, Brit. Assoc. Rep., l'Instit., Bibl. univ. 1839). — Bombay wird ebendas. aus ? Jahren u. Std.? das zu hohe Med. 27°.8 beigelegt.

p. 95. Ueber Manilla vergl. spätere Berechn. bei Australien p. 130. Wahrscheinlich sind jene Jahre sehr warm gewesen, daher das Med. nicht als vieljähriges gelten kann. — Weltervreden. Gälte jenes Med. (s. p. 95.) f. d. Mittagsbeob., so würde d. wahre Med. 27°.3 ca. sein. — Ft. Kaaff, b. Bg. Merapi, nordöstl. v. Padang, 1950′ h. A. ? J., um 6, 12 u. 6ʰ corr. J. 23.5; a. Müller's Berichten a. Sumatra.

## C. AFRICA.

p. 97. Algier. Aus den Beob., welche Reaumur 1½ J. 1735 u. 36 anstellen liefs, ergiebt sich d. ungef. corr. Med. 20°.3. Lambert's Pyrom. — Madeira (Ort u. Zeit?) Nach Clark's Infl. of Clim. Tab. II. soll das Med. nur sein: J. 18.1. W. 15 3, S. 20.7; k. 14.7, w. 22.8.

p. 98. Marocco, Höhe 1350′. — Santa Cruz liegt an einer Felswand und dies kann wie bei La Guayra von Localeinflufs sein.

p. 99. Ciudad de las Palmas, Canar., 28° n. Br., 18° w. L., ? ′ h. Mehr als 12 J. Beob. (Std.?); a. d. halb. Summe der Extr. der monatl. Mittel in diesem Zeitraum ber. J. 21.8. W. 18.0, S. 23.8; k. 17.8, w. 29.2 (Oct.). Der monatl. Gang der Temp. zeigt eine sehr befriedigende Uebereinstimmung mit dem von v. Buch gefundenen (nur aus Mittagsbeob., also auch etwas unsicher red.). Mitth. des Gen.-Cons. Mc Gregor. Can. 1831.

p. 100. Zu Christiansborg wurden die Beob. in 45′ Höhe angestellt. — J. de France. k. M. 21.2 (8 J.), w. M. 28.4 (10 J.)

p. 101. St. Dénis (J. de Bourb.), 130′ h. 2 J. 1818 u. 19, beob. Gibert-Desmolières auf d. Obs. mit sehr guten Instr. von Fortin (vielleicht im Zimmer) tägl. Extr. J. 25.0. W. 22.6, S. 26.7; k. 22.1, w. 27.1. Nach Thomas' Mitth. Cossigny's Beob. 11 Mon. April 173½ geben J. 24°.3. Lambert's Pyrom. 351. — Graafreynet, Höhe nach Drege 2400′ (frz. oder engl.?); obs. J. Ernst. Im S. u. SW. eine grofse Wüste.

## D. AMERICA.

p. 102. Novo Arkhangelsk. Eine nochmalige Corr.-Rechn. derselben (von Lütke u.) Baer mitgeth. Beob. (s. auch Beitr. z. Kenntnifs Russl. 1839) liefert J.: 7°.0. W. + 0.7, S. 12 7. — Iluluk. Eine nochmal. Ber. d. Angab. in Lütke's Voy. aut. d. monde aus denselb. 1—2 J. liefert J.: 3.9. W. — 0.1 (2 J.), S. 10 3 (1 J.). An der Küste von Aliaska u. Unimak fand Lütke, ebd., a. 4-stdl. Beob. die mittl. Tp. von 40 Tg. (15. Juni bis 25. Juli. alt. St.): 7°.4. — Ft. George. Corr. Md. W. + 3.8, S. 15.5. — Ft. Vancouver. Eine nochmal. Ber. der früher (p. 102) benutzten Jahre 183¾. ¾ u. ⅘, verbunden mit d. Beob. v. Parker Winterhalbj. 183⅞ um 7 u. 1ʰ liefert die corr. Md. a. 3—4 J. J. 11.0. W. 3.6, S. 18.2; k. 2°, w. 19°. Schliesst man den Winter 183⅘ als extrem-kalt aus, denn er gehörte zu den strengsten seit den Zeiten der Ansiedelung der Weifsen (auch d. W. 183⅞ war sehr kalt), so erhält man W. 4.3.

p. 103. S. Francisco, 37° 48′ n., 124° 49′ w. Aus 2-j. Beob. von Beechey 2-stdl. u. A. Erman im Nov. u. Dec. ergiebt sich, nach d. Gange der Temp. im südwestl. Europa, J. etwa 16°.0.

p. 105. Ft. Clarke (47° 15′ n., 102° w., ...′ h.?) am Missuri, obs. Prinz Max v. Neuwied, MS.: S. (aus 2 J. 1832—33, mäfsig warme Somm.) aus Mg.- u.-Mittgbeob. (nahe tgl. Extr.-Zeit) corr. 21°.4; die Abdbeob. eingeschlossen 21°.2. Mädler ber. a. d. Beob. Apr.—Juli 1832

u. Jan.—Sept. 1838 nach d. Interpol.-Form. J. 7°.1, was natürlich unsicher. Beide Jahre waren in diesen Breiten an der Ost-, wie an d. Westküste kühl, daher d. Md. vielleicht noch zu niedrig. Man vergl. die Einleit. p. 24 u. 25 über die Temperatur des Innern und der Ostküste des Continents.

p. 106. Ogdensburgh. N. York. 1838 Zeit d. tgl. Extr. J.: 6°.4.

p. 107. Dover. A. 6—7 J. 1833—Mai 39 um ⊙aufg., 1 u. 10ʰ: J. 6°.9. W. —5 0, S. 19.0; k. —5.5, w. 21.1.

p. 114. Camden, 34° 17′ n., 78° 13′ w., ?′ h., 1 J. 1838, obs. Holbrook ⊙aufg., 1 u. 9ʰ. J. 16.1. Kaltes Jahr. — Savannah. 2 J. Juni 183⁷⁄₉. 8, 2 u. 6ʰ geb. n. d. Var. corr. Md. J. 16°.9. Kalte Jahre.

p. 115. Key West. 7—8 J. bis 1838 incl. geben J.: 24.7.

p. 117. Port San Blas, 21° 33′ n., 107° 35′ w., 130′ h. Nach n. 2 Mon. Beob. v. Beechey scheint die Winter-Temp. eines Jahres gegen 23° zu betragen. Voy. App.

p. 118. Road Town, Tortola, soll ¾° kälter, als das nördlichere Anegada sein. Wurden die Beob. gleichzeitig angestellt? Schomburgk in Bergh. Ann. 3. R. I.

p. 125. Parà, 1° 28′ s., 50° 51′ w., 0′ h. Aus 20 Beob. der Bodentemp. in geringer Tiefe v. Todon im Juli 27.1. Reise der sardin. Freg. Euridice 183⁶⁄₇ n. Süd-Amer. Mem. Torin. I. Aus den jährl. Extr. in 2 J., obs. Dr. Arbuckle, würde sich das Medium 27.5 ergeben. — San Luis do Maranhão. Die Bodentemp. a. Meere (Ende Juli) 28°.2; die Lufttp.-Beob. des sard. Cons. (Std.?) in 50′ H. liefern 27°.7; die Quelltemp. 27°.3. Ebdas. Es scheint hiernach das Med. 26.8 (p. 125) zu niedrig zu sein. — Pernambuco, 8° 3′ s., 37° 12′ w. Aus d. Beob. des Consuls, Std.? J. 25.6. Ebdas.

p. 126. Bahia, 12° 58′ s., 40° 51′ w. Aus d. Beob. des sardin. Cons., Std.? J. 24.8. Ebdas. — Rio Janeiro. Bodentemp. am Meere a. mehr. Beob. (im Oct.) 23°.8, also 0°.7 höher als die Lufttemp. (p. 126). Ebdas.

p. 127. Montevideo, 34° 54′ s., 58° 33′ w. L., ?′ h. 1 J. 25. Sept. 181⁸⁄₉. obs. Larrañaga, Std.? J. 18°.9. W. 14.1, S. 23.2. Warmes Jahr? Freycin. Voy. Hist. II. p. 1333. — Falkland Jⁿ. Aus 1 J. Febr. 176⁶⁄₇, obs. Mac Bride zu Pt. Egmont. J. 7°.2. W. 4.4, S. 11.5 (tgl. eine Beob., Mittags?) Freycin. Voy. II.

p. 128. Paramatta. A. d. 2 J. Mai 1822 b. Mai 1824 J. 17°.7. Freycin. Voy. II.

---

## Mittlere Vertheilung der Wärme auf der Erdoberfläche.

### Fortsetzung der Bemerkungen über die Bestimmung der Luftwärme und die Inflexionen der Isothermen (p. 1—25).

Die Resultate, welche wir aus der vorstehenden Sammlung von Jahresmitteln gezogen, stützen sich in Hinsicht auf den Lauf der isothermen Linien zum Theil bereits auf den jetzt erwiesenen Satz, dafs benachbarte Orte im Allgemeinen gleiche oder doch analoge Abweichungen in den Wärmemitteln einzelner Perioden vom wahren zeigen.*) Das Wichtigste aus den später gewon-

*) Dadurch ist man in den Stand gesetzt, kürzere Beobachtungsreihen auf eine längere Periode zu reduciren, wie dies in den Tabellen selbst

:n Ergebnissen nebst einigen weiteren Bemerkungen über den th und die Zuverlässigkeit der vorhandenen Angaben lassen hier noch folgen. Dass jene Resultate in so kurzer Zeit zu iten möglich gewesen, kann nur von dem Gesichtspunkte aus ig beurtheilt werden, wie Genauigkeit der Instrumente und der ıoden der Beobachtung und Berechnung glücklicher Weise fast hen Schritt mit dem sich während des Drucks der Tab. selbst ell anhäufenden Material hielten, und wie zuweilen ein neuer gut mmter Punkt geeignet ist, eine noch unsichere und mehr hyposche Ansicht zum Naturgesetz zu erheben. Manche ältere Angaz. B. die meisten für Frankreich, ja fast für die ganze Westküste igentlichen Continents von Europa (Holland und Belgien machen rühmliche Ausnahme von dieser Theilnahmlosigkeit) werden ıalb bald ganz verworfen werden müssen. Neue Combinatiotreten dann an ihre Stelle, um das Gesetz der Wärmevertheianalytisch auszudrücken. Dennoch behalten jene Zahlen, derelativen Werth gewiss Niemand weniger verkennt, als ich — hätte nie eine Vergleichung älterer und neuerer Beobachtunan demselben Orte anstellen müssen, wenn dies ein Vorwurf die Sammlung werden sollte — einen bleibenden Werth, insie für die neuere Geschichte der Wissenschaft immer Gelbesitzen, welche eine Zusammenstellung der Art, wie die egende, offenbar innerhalb gewisser Grenzen kritisch zu besichtigen hatte. — Der Maafsstab zur Beurtheilung jener Zahist ein sehr verschiedener, von den Instrumenten, der Localität der Zeit abhängiger. Wie selten findet sich jedoch verhältmäfsig, selbst bei neueren Publicationen, eine genügende, volldige Beschreibung der Oertlichkeit und Beschaffenheit des Innents, als ob man absichtlich (oder aus Unkenntnifs oder Voreil) den Local-Einflufs leugnet (vgl. p. 4—6, 25 u. zerstreute eutungen in den Tabellen selbst), der sich selbst bei Vergleiıg von Beobachtungen an einerlei Ort nach den Stunden und aten verschieden wirksam zeigen mufs. Sehr wenige Meteo-

---

geschehen. Zur Construction einer Isothermen-Karte dürfen aber Medien der Tabellen nicht unmittelbar angewendet werden, wie auch folgenden Bemerkungen über die Correctionsmethoden etc. (s. u.) n. — Ein Auszug aus einem zweiten Vortrage in der Gesellschaft f. unde zu Berlin über diese Ergebnisse kann wegen einiger Aenderunund kritischer Bemerkungen über neuere Untersuchungen auf diesem ete verglichen werden (i. Monatsber. d. Ges. 1839. N. 3. p. 64).

rologen haben früher darüber vergleichende Untersuchungen angestellt, aber gewöhnlich nur über die Grösse der mehr oder weniger directen Einwirkung der Sonne, woran wohl niemand gezweifelt. Zur näheren Begründung dieser p. 4, 25 ausgesprochenen Behauptung sind jedoch Beweise erforderlich. Ich wähle dazu absichtlich nur Beobachtungen aus der neuesten Zeit und von Beobachtern, deren Sorgfalt und deren Instrumente gerechten Anspruch auf Zuverlässigkeit zu haben scheinen; die Jahre oder Monate sind ohne besondere Auswahl, sondern wie sie mir zu Gebote standen, genommen, um nicht der Vermuthung Raum zu geben, als ob meine Hypothese sich eben nur manchmal bestätigte. Die Abweichungen gleichzeitiger täglicher Beobachtungen an Thermometrographen waren z. B.

London: a) Apartments der Royal Society, obs. Roberton, u. b) Chiswick, botan. Garten, obs. Thompson. Die monatl. Mittel resp. a) mit R, b) mit T bezeichnet, ergiebt für R = T ± d (Unterschied der Mittel = d) in Centesimalgraden:

| 1838. Nov. | Dec. | 1839. Jan. | Febr. | März | April |
|---|---|---|---|---|---|
| — 0.22 | — 1.07 | — 0.73 | — 0.14 | — 0.33 | + 0.88 |
| 1839. Mai | Juni | Juli | Aug. | Sept. | Oct. |
| — 0.17 | — 1.69 | — 0.94 | — 0.38 | — 0.30 | . . . |

Dies liefert im 11-monatlichen Durchschnitt R = T — 0°.46. Fehler der Instrumente sind nicht die Hauptursache dieser Abweichungen. (Die Striche bezeichnen d. jährl. Min. u. Max. d. Abweich.)

Berlin. Beobachtungen der tägl. Extreme von Poggendorff (P) u. Mädler (M) liefern M = P ± d in °C.

| | Jan. | Febr. | März | April | Mai | Juni |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1830. | + 0.05 | . . . | + 0.44 | + 0.57 | + 0.81 | . . . |
| 183½. | + 0.95 | + 0.02 | + 0.19 | (— 3.94?) | . . . | . . . |
| 1835. | + 0.42 | + 0.30 | + 0.40 | + 0.31 | . . . | — 0.19 |
| 1836. | + 0.54 | + 0.11 | — 0.25 | — 0.14 | — 0.25 | + 0.01 |
| 1837. | + 0.19 | — 0.10 | + 0.02 | + 0.01 | + 0.02 | — 0.01 |
| | Juli | Aug. | Sept. | Oct. | Nov. | Dec. |
| 1830. | . . . | . . . | . . . | . . . | 0.0 | + 0.16 |
| 183½. | . . . | . . . | + 0.41 | + 0.61 | + 1.20 | + 1.02 |
| 1835. | — 0.37 | + 0.56 | + 0.24 | . . . | + 0.39 | + 0.16 |
| 1836. | — 0.14 | — 0.01 | — 0.30 | — 0.02 | — 0.16 | + 0.15 |
| 1837. | + 0.22 | — 0.09 | + 0.26 | + 0.56 | + 0.46 | + 0.46 |

Also 1835 im 10-monatl. Mittel M = P + 0°.18; 1836 im jährl. Durchschn. M = P — 0°.04, und 1837 M = P + 0°.16. Für

Sommermonate betrug die Differenz 1835 0°.0, 1836 — 0°.05, + 0°.04, für die 3 Wintermonate (Jan., Febr. u. Dec.) 183½: 06 (?), 1835 + 0.29, 1836 + 0.27, 1837 + 0.18.

Was sich zum Theil als Einfluss localer Verhältnisse in den then Extremen mittelst der Register-Thermometer ausspricht, ı Unvollkommenheit man in den meisten Fällen zu wenig beichtigt hat, das kann sich nothwendig auch nicht eliminiren, ı zu bestimmten Stunden observirt wird, wo überdies Abhungen von ¼ oder ½ Stunde von der festgesetzten Zeit gewiss s Ungewöhnliches, obschon sehr selten Zugestandenes sind; sie müssen Differenzen erzeugen, die um so grösser, je stärker Beobachtungszeit die stündliche Veränderung der Wärme ist. es ist wahrscheinlich, dass solcher Einfluss sich in den täg-ı Minimis und Maximis nicht eben im kleinsten Maasse aus-ht, und dass die Stunden der schnellsten Veränderung im täg-ı Temperaturgange das Extrem solcher Einwirkung zeigen. . B. ergeben die gleichzeitigen Beobachtungen 1828 in Dres-in einer nur um 2'.8 par. verschiedener Höhe von Lohrmann Wiemann, die Media resp. mit L u. W. bezeichnet, im jähr-ı Durchschnitt.

| | | |
|---|---|---|
| 9h | Morg. | L = W — 0°.26 C. |
| 12h | Mittg. | L = W + 0.33 |
| 3h | Nmittg. | L = W + 0.01 |
| 6h | Abend | L = W + 0.58 |
| 9h | Abend | L = W + 0.36 |
| im Mittel der 5 Stunden | | L = W + 0.204 |

Oder die Zunahme und Abnahme der Temperatur, mit + — resp. bezeichnet, war

| | Mg. 9—12h | 12—3h | 3—6h | 6—9h | 9 Ab.-9h Mg. | Summe d. tgl. Var. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| m.: | + 2.37 | + 0.48 | — 1.48 | — 2.23 | (+ 0.86) | 7.42 |
| n.: | + 1.78 | + 0.80 | — 2.05 | — 2.01 | (+ 1.48) | 8.12 |

In Petersburg geben die gleichzeitigen einjährigen Beob. 183⅞ im jährlichen Mittel um 2h Nachmitt. an dem Institut Mines 4.53, an der Académie des Sciences 4°.81 R., also hier m 0°.35 C. höheres Med. als dort; dagegen stand um 8h Abds. Therm. am Institut noch um 0°.15 R. höher, als an der Acae um 9h, so dass das gleichzeitige Med. um 9h Abds um 0°.72 C. iren musste. Reducirt man die acht 2-stündl. und die 3-ma-

ligen Beobachtungen täglich auf wahres Med., so ergiebt sich für den Beobachtungspunkt an der Akademie ein um 0°.28 C. höheres Jahresmittel, als für den des Instituts.*) — Einzelne Monate und Stunden bestätigen dies; z. B. das März-Medium 1837 für 12h Mitt. differirte aus den Beobachtungen v. Mädler und Poggendorff um + 0°.925 C. Zwei Beobachtungsreihen um 6, 2 und 10h, ebenfalls zu Berlin, geben für den Sept. 1837 eine Differenz von 0°.14 C. unter einander, u. s. w. Vgl. auch Sykes in Lond. Phil. Trans. 1835. p. 205. fg.

Diese Beispiele werden genügen, um die Zuverlässigkeit von Temperatur-Angaben bis in Zehntelgrade gewöhnlich schon wegen der Localverhältnisse zweifelhaft erscheinen zu lassen.**)

Ueber die Ableitung des wahren Mittels aus gewissen Stunden-Beobachtungen haben neuerdings noch Ansichten und Methoden angegeben: Schouw in seiner trefflichen und in ihrer Art einzigen Monographie „Climat de l'Italie“ (a. d. Dän.) und Kämtz in den „Vorlesungen über Meteorologie,“ worauf wir Kürze halber hier verweisen. Jedoch dürfen wir folgende Bemerkungen nicht übergehen. Bei der auf die Grösse der Variation sich stützenden proportionalen Reduction auf wahre Media aus stündlichen Beobachtungen an andern Orten ist bisher nicht genugsam beachtet worden, dass hier die verschiedene Tageslänge und Sonnenhöhe in verschiedenen Breiten von Einfluss sind und dass man daher in der Correction etwas entfernter Punkt leicht Fehler begehen kann, wovon eine Vergleichung der Variationsgrössen zwischen einerlei Tageszeiten überzeugt. Ferner: Wenn Feuchtigkeit, Durchsichtigkeit der Atmosphäre und Windverhältnisse sich auch im täglichen Wärme-Gange von nicht geringem Einflusse zeigen, wovon namentlich das ozeanische Plymouth und die benachbarten Oerter im mittleren Deutschland so schöne Beweise liefern, so ist auch die Vermuthung begründet, dass im Innern der Continente jene Momente sich in zwar ähnlicher, aber doch abweichender Weise von Orten der Westküsten mit das ganze Jahr hindurch vorherrschenden westlichen Winden und so oft wiederkehrender Trübung des Him-

---

*) Man vgl. auch Schouw's Veirl. Tilstand p. 52, 60 ff., Climat de l'Italie p. 68. etc.

**) Es versteht sich, dass hier nicht der relative Werth der Beobachtungen an demselben Orte in verschiedenen Jahren gemeint ist.

mels *) darstellen. Die Beschaffenheit der Luft im Continente muss auch im Mittel anders auf die stündliche Wärme-Zunahme und -Abnahme, so lange die Sonne über dem Horizont, anders in der nächtlichen Abkühlung einwirken, wenn oft Monate lang die Heiterkeit der Atmosphäre, wie in der heissen Zone und im tiefen Innern grosser Continente, Insolation und Ausstrahlung im Extrem begünstigt, wovon jede Reise überraschende Schilderungen liefert. Daraus folgt von selbst, dass die meisten Temperatur-Mittel für solche Gegenden nur als Annäherungen an die wahren Werthe zu betrachten sind, denn der Fehler der Bestimmung aus wenigen Tagesbeobachtungen mittelst Interpolationsformeln scheint einleuchtend, wo der Gang der Wärme in der Nacht nirgend gehörig empirisch ermittelt ist. Wo die Abweichung der täglichen Extreme oder die mittlere tägliche Variation ihr Maximum erreicht, **) hat die Bestimmung der wahren mittleren Temperatur auch die geringste Sicherheit. Selbst im hohen Norden der sibirischen Ebenen schmilzt in den Wintermonaten oft Mittags der Schnee, wenn Nachts das Thermometer unter den Gefrierpunkt des Quecksilbers hinabgesunken!

Auf der Höhe, an Gebirgsabhängen oder auf Gebirgspassagen (z. B. St. Bernhard ***) wird die Localität der anliegenden Landschaft und ihre Oberflächengestalt †) zweifelsohne in Folge des Wechsels der auf- und absteigenden Luftschichten und des verschiedenen Eintritts der Winde in der Höhe und im Tieflande einen noch grösseren Wirkungskreis erhalten, als im ebenen Lande; denn hier gesellen sich zu dem örtlichen Einflusse des Punktes auf der Höhe, der aus der Trübung oder der Höhe der Wolken

*) Die Zahl der Regentage beträgt z. B. in England, den Niederlanden und West-Frankreich 1.3 mal soviel als in Ofen, 1.7 mal soviel als in Kasan und 2½ mal soviel als im Innern Sibiriens. Dabei bringen dem Westen Herbst und Winter die meisten Regen, während in Deutschland und noch mehr in Russland und Sibirien im Winter am wenigsten, und im Sommer am meisten Regen fällt.

**) Die grösste Variation findet sich im nördlichen Afrika und in Hindostan, besonders auf dem Plateau von Dekan.

***) Vgl. d. Repertor. 3. Bd. p. 336 fg.

†) S. u. a. Memorie Accad. di Torino, 1839. t. I. p. 161 fg. über solche Einflüsse der den Beobachtungsort umgebenden Berglandschaft einige neue Bemerkungen von Billiet.

am Gebirge, der Windrichtung, der Beschaffenheit des Bodens, seiner Pflanzenbedeckung etc. hervorgeht, noch alle jene modificirenden Erscheinungen der Tiefe; und ihre Wechselwirkung bei den meisten Höhen, die sich noch in anderen Phänomenen ausspricht, bringt vielleicht jedem solchen Orte einen mehr oder weniger abweichenden eigenthümlichen Gang der Wärme (s. z. B. Innsbruck). Dadurch wird hier die Ermittelung wahrer Medien aus wenigen Beobachtungen oder aus den tägl. Extremen bis zu einer gewissen Höhe noch mehr erschwert.

Aehnliches gilt von Orten auf kleinen Plateaus. Die Lage z. B. nahe dem Rande, die Umgebung hoher Bergketten oder ganzer Reihen von Schneebergen mit den kalten Stürmen, die oft an solchen Punkten ganz plötzlich herabstürzen u. dgl. m. verhüllen hier eine Menge von Localitäts-Verhältnissen in dem Gange der Temperatur, so dass man kaum die Mittel längerer Beobachtungsreihen zur Bestimmung der Temperatur-Abnahme mit der Höhe benutzen darf, und dann bei Vergleichung mit Orten in anliegenden weiten Tiefländern wenigstens sehr vorsichtig zu Werke gehen muss. Einige neuere gleichzeitige Beobachtungen in Gebirgsgegenden motiviren diese Behauptung. Selbst auf grösseren Hochebenen gestatten die vorhandenen stündlichen Beobachtungen kaum eine unmittelbare Anwendung, so häufig auch neuerdings dafür Corrections-Rechnungen angebracht sind. [Vgl. Tab. I. zu p. 8: Anm.*)] Ganz abgesehen von der Lage eines Plateau-Ortes gegen ein Gebirge muss sich hier, wie (meist etwas vereinzelte) Beobachtungen darzuthun scheinen, die Wärme-Aenderung schon desshalb etwas verschieden darstellen *), weil die verticalen Bewegungen in der Luftsäule der Umgebung bei dem elastisch-flüssigen Elemente sich auch in gewisser Entfernung noch auf die Plateau-Atmosphäre wirksam erweisen können. Ist aber der tägliche Spielraum der Temperatur auf Hochebenen bis zu gewissen Höhen bedeutender, als im Tieflande, **) so ergiebt sich daraus eine geringere Sicherheit der Reduction für solche Gegenden. Aus demselben Grunde dür-

*) Die mittlere tägliche Variation zu Quito scheint nahe so gross als zu Trinconomale (vielleicht aber Zimmerbeobachtungen) und auf Novaja Semlia zu sein.

**) In der lombardischen Ebene beträgt er 6°, in ebenen Gegenden Süddeutschlands dagegen 8½° C., wie in Tunis (im jährl. Mittel).

fen auch alle mitgetheilten Medien für tropische und subtropische Länder, in denen auch die Eintrittszeit der Regen und ihre Dauer oder Unterbrechung noch wesentlich modificirend wirkt, nur als annähernde betrachtet werden, wenn nicht, wie an den Küsten der Continente und der Inseln namentlich, das Wechselspiel der Winde in der täglichen Periode eine bedeutende Annäherung der täglichen Temperatur-Extreme erzeugt. In der Entfernung weniger Meilen von der Küste und in nicht beträchtlicher Höhe kann sich bekanntlich diese locale Erscheinung der Land- und Seewinde mit den zahlreichen Modificationen kaum noch geltend machen, daher schon hier die grosse Variation in dem täglichen Wärme-Gange.*) Viele Angaben für Punkte im Innern der Continente der heissen und gemässigten Zone erscheinen demnach weniger zuverlässig. Die Beobachtung der täglichen Extreme, welche öfter in diesen Gegenden vorkommt, könnte sogar ein ziemlich abweichendes Mittel von dem wahren geben, wie das Folgende schon für das etwas continentale Deutschland und für Russland zu beweisen geeignet ist.

Die Reduction auf wahre Media hängt offenbar hauptsächlich von der Kenntniss der mittleren absoluten tägl. Variation oder von dem Spielraum zwischen gewissen Stunden ab. Wie wenig darüber bekannt ist, lehrt jedes Werk über Meteorologie. Eine für diesen Endzweck eigens unternommene Untersuchung bewies jedoch, namentlich in Betreff der wirklichen mittleren tägl. Extreme eine nicht geringe Veränderlichkeit, welche noch durch die Empfindlichkeit und die Art der Aufstellung der Instrumente, z. B. den Abstand vom Boden, wesentlich bedingt ist, und es bestätigte sich nur, dass dieselbe von N. nach S., doch nicht gleichförmig zunimmt, und nahe dem Aequator wieder abnimmt, dass sie auf gleichem Parallelkreise nach dem Innern der Continente hin wächst und bis zu gewissen Höhen bei Plateauflächen meist zunimmt.**) Eine genügende Correction aus den stündlichen Beobachtungs-Reihen für

*) In der Sahara sind Temperaturen unter 0° wiederholt beobachtet werden. Man vergl. auch Russegger's Reiseberichte in mehr. Journ. — Schon Lambert bemerkte den Localeinfluss in der Pyrometr.: „Im heissen Erdstriche sind die jährlichen Veränderungen der Wärme gering. Um desto mehr können die besondern Umstände des Ortes denselben andere Bestimmungen geben.“

**) Auf dem St. Bernhard beträgt der tägliche Spielraum 7°.3, in Genf gleichzeitig 8°.4 C. im Mittel vieler Jahre.

die monatlichen Media, wovon bei der beträchtlichen Verschiedenheit des wahren mittleren monatlichen Spielraums in verschiedenen Monaten die des Jahresmediums abhängt, scheint mir unter diesen Umständen noch nicht möglich; selbst mehrjährige Beobachtungen an Registerthermometern und zu Stunden, welche wahres Medium liefern, sind localen Einflüssen (s. p.151 fg.) ausgesetzt. Es scheint jedoch überhaupt die wahre Temperatur eines Jahres an Punkten höherer Breiten aus 2 oder 3 Beobachtungen täglich selten bis 0°.1 genau ermittelt werden zu können, wo nicht die tägliche Variation gering ist. Die Methode, die täglichen Extreme zu beobachten, welche zuerst de Bèze 1686 und späterhin v. Humboldt und Hällström empfohlen, behält desshalb noch immer ihren Werth, abgesehen davon, dass die Kenntniss der täglichen Variation für die Entwicklung des organischen Lebens ein wichtiges Moment ist. Die vorgeschlagene Anwendung constanter Factoren *) setzt für die verschiedenen Monate voraus, dass ein Ort denselben Gang der mittleren täglichen Veränderung in der jährlichen Periode habe; bei mehr continentalen Gegenden namentlich zeigt sich jedoch, dass diese Annahme nicht naturgemäss ist, und dass selbst an demselben Orte dies Verhälten in verschiedenen Jahren ansehnlich variirt, besonders in den Monaten der grössten täglichen Variation. **) Auch zeigen öfter ziemlich nahe gelegene Punkte erhebliche Abweichungen. Wirklich sind die Fehler der Media aus den absoluten täglichen Extremen meist nicht beträchtlich für die mittlere Wärme eines Jahres; im Allgemeinen scheint in unserer Zone das Medium daraus

---

*) S. u. a. Kämtz' Methode im Lehrb. Met. I. p. 97 u. Vorles. Met. p. 28 u. A.

**) Für Berlin betrug die Corr. der Extr.-Media mittelst der Kämtz'schen Coefficienten im 17-jähr. Durchschnitt für den Juni — 0°.45 C. (im J. 1838: + 0.03), für den April + 0.30 (1838: — 0.26), für den Decbr. — 0.06 (1838: + 0.22 C.); jedoch war die Abweichung in den andern Monaten des Jahres 1838 minder beträchtlich. Für dies Jahr habe ich die Beob. der Extreme nach Kämtz' Regel corrigirt, eben so die Media aus 6, 2 u. 10ʰ auf wahre reducirt und gefunden, dass hiernach die erste Correction in den 12 Mon. der Reihe nach um — 0.05, + 0.10, — 0.36, — 0.49, — 0.29, — 0.90, — 0.47, — 0.18, — 0.05, — 0.25, — 0.49, — 0.21 C. und für das Jahr um — 0°.22 C., wie die Vorzeichen unmittelbar angeben, zu verbessern ist (s. u.). Die allgemeinere Zulässigkeit jener Methode ist somit wohl etwas zweifelhaft.

etwas zu hoch. Hällström (Pogg. Ann. IV.) fand z. B., dass die Correction für Paris aus mehreren Jahren — 0°.14 C. beträgt; die geringen positiven Correctionen für Halle und Åbo sind weniger zuverlässig, und er ist überhaupt geneigt, die Unterschiede als Resultate der Beobachtungsfehler anzusehen.

Jedoch zeigt sich dasselbe an andern Punkten. Die an einer geringen Anzahl von Tagen angestellten Observationen auf Freycinet's Reise liefern für alle Orte und Zeiten in der Passatzone ein zu hohes Medium aus den abs. Extr. In Kasan übertraf das Mittel der tägl. Extr. 1833 das wahre, aus 4 oder 6 (?) Beobachtungen täglich berechnete, um 0°.40 C. Für Berlin ergiebt sich die mon. Corr. der tägl. Extr.-Media nach den um geringe Grössen corrigirten Mitteln der Beobachtungsstunden 6, 2 u. 10ʰ in ° C.

| | Jan. | Febr. | März | April | Mai | Juni |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1837. | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| 1838. | + 0.06 | — 0.05 | — 0.50 | — 0.75 | — 0.70 | — 0.87 |

| | Juli | Aug. | Sept. | Oct. | Nov. | Dec. | Jahr |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1837. | ... | ... | ... | — 0.11 | — 0.54 | — 0.74 | ... |
| 1838. | — 0.82 | — 0.52 | — 0.70 | — 0.57 | — 0.50 | + 0.01 | — 0.49 |

Für Fort Franklin, Corr. der wirkl. tägl. Extreme gegen das Mittel der stündlichen Beobachtungen (1 Jahr). °C.

| Jan. | Febr. | März | April | Mai | Juni |
|---|---|---|---|---|---|
| — 0.03 | + 0.45 | + 0.44 | + 0.44 | + 0.36 | ... |

| Juli | Aug. | Sept. | Oct. | Nov. | Dec. | Jahr |
|---|---|---|---|---|---|---|
| + 0.37 | + 0.24 | — 0.12 | + 0.31 | + 0.26 | + 0.31 | (+ 0.26) |

im 11-monatl. Durchschnitt + 0.27.

Für die folgenden Orte habe ich die Correction für die monatl. Mittel der Extr.-Stunden (also nicht genau absol. Extr.) gegen das 24-stdl. berechnet. Die näheren Angaben über die Jahre der Beobachtung u. s. w. s. m. in den Anm. auf Tab. I. f. zu p. 8. u. auf p. 132, 33. Nur über Boothia Felix ist zu bemerken, dass die in Bd. III. des Repertor. vom Herausgeber mitgetheilten Media aus 2 Jahren dieser Rechnung zu Grunde gelegt wurden.

| | Jan. | Febr. | März | April | Mai | Juni |
|---|---|---|---|---|---|---|
| BoothiaFel.2J. | + 0.05 | — 0.32 | — 0.92 | — 0.46 | + 0.15 | — 0.20 |
| Leith. 2 J. | — 0.15 | — 0.27 | — 0.16 | + 0.11 | + 0.07 | — 0.10 |
| Plymouth 2 J. | — 0.17 | — 0.35 | — 0.34 | — 0.41 | — 0.15 | + 0.05 |
| do. 5 J. | — 0.323 | — 0.396 | — 0.389 | — 0.416 | — 0.024 | — 0.047 |
| Salzufflen 1 J. | — 0.14 | — 0.35 | — 0.19 | + 0.01 | + 0.52 | + 0.10 |
| Halle Mehr. J. | — 0.28 | — 0.41 | — 0.25 | — 0.20 | + 0.46 | + 0.30 |
| Göttingen do. | — 0.55 | — 0.66 | — 0.47 | — 0.30 | — 0.03 | — 0.19 |
| Mühlhaus. 1 J. | — 0.48 | — 0.60 | — 0.31 | — 0.14 | + 0.10 | 0.00 |
| Padua. 1½ J. | — 0.16 | — 0.04 | + 0.10 | + 0.08 | + 0.12 | + 0.06 |
| Madras. 1 J.*) | + 0.04 | + 0.46 | — 0.12 | — 0.07 | — 0.34 | — 0.13 |

Also fast ohne Ausnahme ein zu hohes Medium aus den tägl. Extremen, zwischen + 0°.2 (Ft. Franklin) und — 0°.5 (Berlin)**) Wahrscheinlich würde man durch gewisse 3 oder 4 äquidistante Beobachtungen täglich noch mehr „zu etwas Zuverlässigem und Constantem gelangen," als durch die Beobachtungen der absoluten täglichen Extreme. Die in den Tabellen mitgetheilten Media aus diesen sind daher noch um geringe Grössen zu verbessern; doch erlauben sie, bis die Correctionsgrösse und die Methode genauer ermittelt ist, eine Vergleichung solcher Orte, die in ähnlichen Klima-Bezirken gelegen sind, z. B. den britischen Jnseln, und eine Correction derselben wird auch dann erst durchgängig anwendbar sein, wenn man die Media der Extreme getrennt giebt. Die Correction der Mittel mancher Orte aus einzelnen Stunden konnte

*) Wegen des anomalen Ganges des Thermometers, besonders Morgens, weniger sicher. Wirkt hier nicht auch der Wechsel der Land- und Seewinde auf die Zeit des Eintritts der täglichen Extreme beträchtlich ein, wie für das tägliche Maximum bereits an mehreren Punkten der heisseren Küstenländer erwiesen ist?

**) Da die Eintrittszeit des täglichen Maximums u. Minimums in der jährlichen Periode sich ändert, in der Tab. II. zu p. 8. u. Tab. I. auf p. 133 aber nur die jährliche mittlere Zeit der Extreme betrachtet wurde, so zeigen sich im jährlichen Durchschnitt zwischen den obigen und den dort mitgetheilten Corrections-Grössen Unterschiede. Wollte man daher die Beob. der veränderlichen Zeiten der täglichen Extreme corrigiren, so würden die hier berechneten Grössen eine genauere Annäherung geben. Auch die Corr.-Tabellen p. 11, 16—19 für die Jahreszeiten sind hiernach leicht zu vervollständigen.

| Juli | Aug. | Sept. | Oct. | Nov. | Dec. | Jahr |
|---|---|---|---|---|---|---|
| − 0.05 | − 0.08 | − 0.21 | − 0.33 | + 0.11 | + 0.03 | − 0°.18C |
| − 0.15 | − 0.04 | − 0.13 | − 0.12 | − 0.30 | − 0.22 | − 0.10 |
| − 0.29 | − 0.02 | − 0.57 | − 0.56 | − 0.62 | − 0.49 | − 0.34 |
| − 0.212 | − 0.333 | − 0.436 | − 0.573 | − 0.401 | − 0.379 | − 0.327 |
| + 0.10 | + 0.04 | + 0.04 | − 0.04 | + 0.14 | + 0.15 | + 0.05 |
| − 0.18 | 0.00 | − 0.11 | − 0.37 | − 0.43 | − 0.31 | − 0.118 |
| − 0.10 | − 0.14 | − 0.25 | − 0.52 | − 0.32 | − 0.47 | − 0.333 |
| − 0.01 | − 0.21 | − 0.55 | − 0.57 | − 0.26 | − 0.33 | − 0.28 |
| − 0.03 | − 0.23 | − 0.13 | − 0.28 | − 0.60 | − 0.50 | − 0.13 |
| − 0.50 | − 0.05 | − 0.51 | + 0.07 | − 0.33 | − 0.46 | − 0.16 |

desshalb ebenfalls gar nicht vorgenommen werden, weil die Stunden-Media zur Berechnung der täglichen Variation nicht mitgetheilt worden.

Wir haben uns zur Beurtheilung der vorhandenen Beobachtungen in Hinsicht ihres absoluten Werthes, der für die Wärme-Vertheilung auf der Erde allein in Betracht kommt, noch zu obigen Bemerkungen veranlasst gesehen, weil die Methoden, das wahre Mittel aus den Beobachtungen abzuleiten, offenbar von der höchsten Wichtigkeit sind. Oft haben wir uns der einfacheren bedient, denn es schien uns keinem Zweifel zu unterliegen, dass gegenwärtig sich unsere (corr.) Angaben innerhalb der Fehlergrenzen halten, welche durch Localverhältnisse, durch die Beschaffenheit der Instrumente und die Sorgfalt der Beobachter, und endlich durch die Abweichungen einzelner Jahre oder selbst Jahresreihen (s. d. Tab. bei mehreren Orten) vom wahren Medium hervorgehen. Erst wenn auf alle diese Umstände gehörig geachtet wird, und dies sollte wohl nach dem Standpunkt der Wissenschaft gefordert werden, dürfen wir hoffen, Materialien zu erhalten. welche so wichtige Probleme, wie die Aenderung der Wärme auf der Erde *) u. s. w. zu lösen, von der Nachwelt geeignet betrachtet werden können. Es ist wirklich Erstaunen erregend, wie wenige Beobachter bisher über die Veränderung ihrer Thermome-

*) Schouw berichtigt Libri's Angaben und entkräftet zugleich vollkommen dessen Beweis, dass das Klima von Toscana sich in den letzten 150 Jahren nicht geändert habe. Italie. I. Suppl. p. 99.

ter*) in längeren Zeiträumen Untersuchungen angestellt und veröffentlicht haben.

Bevor wir nun zu den später erhaltenen Resultaten über die Lage der Isothermen übergehen, müssen wir noch eines Umstandes gedenken, der von der höchsten Wichtigkeit für die Berechnung und Construction der Isothermen-Karten ist. Bekanntlich reducirt man die Beobachtungen überall auf den Meeresspiegel, und gewöhnlich geschieht dies nach einem allgemeinen Gesetz aus der an einigen Punkten gefundenen mittleren Erhebung für die Temperaturabnahme mit der Höhe um 1°. Die Beobachtungen in Grossbritannien zeigen jedoch auffallende Verschiedenheit von den Bestimmungen für das südliche Deutschland und Italien, und bei grösseren Höhen begeht man daher bei jener Reduction beträchtliche Fehler. Um diese zu vermeiden, wird die Zahl von gleichzeitigen Beobachtungen der Art noch für viele Gegenden sehr vermehrt werden müssen. Bei niedrigeren Hochebenen und bei Tiefebenen sind die Fehler in Vergleich zu den früher gedachten unbedeutend, wenn nicht eine besondere Configuration störenden Einfluss ausübt. Für das mathematische Gesetz der Wärme-Vertheilung werden am besten Punkte dicht am Meeresspiegel combinirt, weil dies im westlichen Theil des alten Continents durch die Gliederung des Erdtheils leicht möglich ist. Wo aber der Lauf der Isothermen in grösserem Abstande vom Meere aus auf das Meeresniveau zu reducirenden Punkten bestimmt werden muss, ist eine solche sichere Herleitung schwieriger; denn das Thermometer sinkt im jährl. Mittel um 1° C. n. v. Humboldt an Bergen in Süd-Amerika bei 98t, auf Bergebenen und an grösseren Bergmassen bei 128.7t, nach Kämtz (nahe wie Saussure) in Süd-Deutschland und Nord-Italien zwischen 45—50° Br. und zwischen Wien u. Genf bei 88.6t, am St. Bernhard 103.7t (99.0 Gauttier), nach Schouw am Süd-Abhange der Alpen bei 86t, nach Reich in Sachsen bei 89.4t, für Böhmen finde ich 88.2t, nach Bischof bei Bonn 91t, nach Guérin am M. Ventoux 90t, bei den Apenninen in 43½° Br. bei 95t, bei Nicolosi

*) Das Instrument Billiet's zu St. Jean de Maurienne ward um 0°.7, Prof. Städtler's zu Triest um 1°.5, Quetelet's zu Brüssel 0.4 u. v. a. fehlerhaft gefunden; man vgl. auch Gintl's Untersuchungen über die Verrückung des Nullpunktes (um ¼ bis ⅓° R. in 10—12 Jahren) und ihre Ursachen. Baumgartner Zeitschr. f. Phys. V. p. 8, 117 ff. (Zusatz z. p. 3.)

auf dem langsam sich senkenden Abhange des Aetna bei mehr als 200$^t$, in Grossbritannien nach Brisbane und Galbraith, zwischen 55 u. 57° Br., bei 59.7 (ich erhalte 66$^t$), nach Watson, zwischen 53 u. 59° Br., bei 67.3$^t$, nach Jameson bei nur 42.2$^t$ (?), nach Playfair 76$^t$, nach Atkinson 60$^t$, an den Lead-Hills bei 57.2$^t$; nach Kämtz in Ungarn bei 57.4$^t$ (?), im westl. Sibirien bei 127$^t$ in den (östl.) verein. Staaten Nord-Amerikas bei 114$^t$, im südlichen Vorder-Indien bei 91$^t$, im nördlichen bei 116$^t$.5, in Südamerika auf Bergebenen 125$^t$, in Mittel aller Beob. v. Boussingault 113$^t$. Die Höhen sind demnach ziemlich verschieden. Das allmälige Ansteigen des Bodens, wie die Ausdehnung grösserer Plateauflächen und die Entfernung vom Meere bewirken im Allgemeinen, wie auch jene Zahlen bestätigen, eine langsamere Abnahme der Wärme mit der Höhe, als an steilen Berg-Abhängen oder an Bergen im Inselklima. Ist nun der Endzweck der Isothermen-Zeichnung der, den Einfluss aller Momente auf die Luftwärme, wie die Configuration der Continente etc., nämlich die Abweichung von dem Parallelismus ihres Laufs auf einer homogenen Kugel darzustellen, so müssen wir entweder Beobachtungen im Innern ausschliessen oder nur unter sich vergleichen; oder wir müssen, was offenbar naturgemässer ist, den Einfluss grosser continentaler Tiefebenen oder Hochländer auf die mittlere Wärme darin darstellen, aus demselben Grunde, wie wir im südlichen Europa den erwärmenden Effect des südlichen Continents in den Karten berücksichtigt finden, worin wieder die kleinen localen Perturbationen am Südfusse der Alpen einer speciellen Untersuchung anheimgestellt werden, und eben so wie die Beobachtungen an den Steilküsten Norwegens (oder West-Amerikas) mit Punkten der flachen Küsten Mitteleuropas verbunden werden, um den Einfluss der Lage des Continents gegen das Meer in verschiedenen Breiten gegen das mehr continentale Europa zu ermitteln. Wir abstrahiren nach richtigem Princip in dem allgemeinen Gesetz der Wärmevertheilung von allen localen Einflüssen, aber wir dürfen bei so grossen Gebieten der Erdoberfläche doch nicht von Localverhältnissen im eigentlichen Sinne reden. Um hier nun die erforderliche Reduction festzustellen, scheint mir der einzige Weg zu sein, dass man die Temperatur-Abnahme an einzelnen Bergen oder an Gebirgsketten hier empirisch untersuche; dadurch wird man, wie v. Humboldt in seinem Mémoire sur les lignes isothermes bereits gezeigt, die Einwir-

kung solcher Flächen ziemlich genau in Zahlenwerthen anzugeben in den Stand gesetzt. So lange solche Messungen für den grössern Theil des Innern der Continente noch fehlen, wird man für die niedrigeren Tiefebenen diese Reduction entweder nach den obigen Höhenangaben vornehmen müssen, oder bei der geringen Niveau-Verschiedenheit in vielen Tiefländern für diese Räume eine besondere Untersuchung vornehmen, wodurch man wenigstens die dem wahren Laufe nahe parallele Lage der Isothermen-Curven zu ermitteln im Stande ist. Die Reduction bei grösseren Höhen versäumen, wie z. B. für das Innere Afrikas geschieht, scheint uns jedenfalls naturwidrig.

Dies möge genügen, um die Vergleichbarkeit der für diese Untersuchung nothwendigen absoluten Werthe von Temperaturangaben in's rechte Licht zu setzen, was bei numerischen Werthen so häufig vernachlässigt wird. Alles berechtigt uns zu dem Schluss, dass von den meisten Orten die Bestimmungen aus längeren Beobachtungsreihen selbst nur bis auf 1 Viertelgrad, bei sehr wenigen bis auf 1 Zehntelgrad zuverlässig sind. Danach sind die bisher aufgestellten empirischen Formeln für die Temperatur-Vertheilung zu beurtheilen, ebenso auch die allgemeinen Resultate, welche wir früher gegeben, und denen wir nun noch einige der wichtigeren hinzufügen. Es würde uns zu weit führen, wollten wir die neuen Ergebnisse, welche Kämtz in den Vorlesungen über Meteor. p. 224—230 und Schouw in Italie t. I. für den Lauf dieser Curven erhalten, und wir verweisen desshalb auf diese Werke, indem wir nur auf bedeutendere Abweichungen aus unsrer Sammlung eingehen,*) aus welcher bei den meisten Orten, gegen die früheren Bestimmungen gehalten, eine geringere Mittelwärme hervorgeht.

Die Isothermen der heisseren Zone auf der nördlichen Hemisphäre. Brewster und Kämtz zeigten, dass diese Curven nicht den Breitenkreisen parallel laufen. Nach meiner Un-

*) Geringere übergehen wir hier, z. B. dass die Isotherme von 10° die Westspitze der Krym schneidet, wie wir es bereits 1836 angegeben (Forbes' Gesch. d. Met.), und jetzt noch mehr bestätigt gefunden.—Eine Berichtigung verdient die Angabe auf p. 23. dahin, dass im südlichen Europa überhaupt die Isothermen in der Mitte des mittelländischen Meeres einen convexen Scheitel haben. Schouw's Isothermen im Innern der alten Welt sind unrichtig.

tersuchung *) ist der Unterschied sogar noch weit beträchtlicher, als er früher angenommen wurde, und ich gebe deshalb den Lauf derselben für folgende Temperaturen nach meinen Bestimmungen hier näher an, als auf p. 23.

Isotherme von 20° C. Von der Westküste Afrika's, die sie im Parallel der Insel Lancerote schneidet, hebt sie sich nach N., geht wenig südlich von Algier fort, läuft dicht beim Cap Bon und C. Passaro (Sicilien) fort, senkt sich nun mit der Küste, bleibt im S. von Candia, geht mitten zwischen Cypern und der Nilmündung durch das levantische Meer, zwischen Damaskus und Jerusalem fort, nach N. steigend bei Teheran vorüber über das Plateau von Iran, sich langsam senkend, bis sie im Parallel der Likeio-Inseln die Ostküste Asiens trifft. Die Halbinsel Californien schneidet sie im mittleren Theil, läuft fast parallel den Breitenkreisen etwas nördlich von der Nordküste des mexikanischen Busens fort, steigt zur Mündung des Alatamaha-Flusses, bei Savannah, und zieht an den Bermudas-Inseln vorüber, dem Aequator sich nähernd an den Canaren vorbei zur Westküste Afrika's.

Isotherme von 25° C. Vom Cap Verd, südlich von der Mündung des Senegal, hebt sie sich schnell nach N., geht südlich von Fezzan, und erreicht bei Esne den Nil (nahe dem Wendekreise). Unter dem Einflusse der arabischen Wüste steigt sie noch weiter nach N., geht durch den persischen Busen bei Abuscheher und dann in südwestl. Richtung bei Delhi, etwas nördlich von Benares und bei Murshedabad vorüber, worauf sie sich in der hinterindischen Halbinsel nach S. senkt, um im Parallel von Manilla die Ostküste zu treffen. Dann hebt sie sich wahrscheinlich etwas gegen den Pol, erreicht aber nicht die Gruppe der Sandwich-Inseln und steigt dann von der Westküste Mexikos, wo keine Beobachtungen angestellt sind, etwas nördlich zur Ostküste. Sie geht dicht bei Vera Cruz und Havanna vorbei und senkt sich dann beträchtlich wieder gegen die Westküste der alten Welt.

Isotherme von 27°.5 C. Sie trifft vielleicht nirgend die Westspitze von Ober-Guinea, sondern scheint sich ebenfalls im Innern nach N. zu ziehen und südlich von Dongola und Mekka fortzulaufen, dann aber rückläufig durch das Innere von Afrika

*) Eine graphische Skizze s. im 2. Jahrgg. der Monatsber. der geogr. Ges. zu Berlin. 1840.

zu gehen, oder vielleicht sich zur südlichen Spitze Vorderindiens fortzusetzen, von wo sie, sich plötzlich nach N. hebend, an den Ghats entlang zieht, um hier wieder im Innern Dekans eine zurücklaufende Curve zu bilden, welche den bengalischen Busen bei Madras erreicht. Ob sie in Verbindung steht mit den Punkten des stillen Ozeans, welche in der Nähe des Aequators diese Temperatur zu erreicheu scheinen, ist noch nicht zu entscheiden; wahrscheinlich bildet sie hier sich gabelnd *) zwei Linien im N. u. S. des Aequators, deren nördlicher Arm sich im stillen Ozeau etwas nach N. hebt und die Westküste Amerika's beim Cap Corrientes erreicht. Von hier läuft sie, ganz ähnlich wie in Dekan, fast in der Richtung des Meridians nördlich **) und im stark gekrümmten Bogen durch den südlichen Theil des Antillen-Meeres, und schneidet dann an 2 Punkten nördlich (in höherer Breite, bei Cumana) und südlich (nahe am Aequator) die Ostküste von Süd-Amerika, so dass sie hier eine durch das Innere rücklaufende oder ganz unterbrochene Curve bildet.

So verwickelt diese Verhältnisse auch erscheinen, so scheint doch dieser Lauf der Isothermen mit eben so grosser Bestimmtheit darauf hinzudeuten, als die Inflexionen im N. auf das Vorhandensein von 2 Kältepolen, dass im Innern des tropischen Theils der Conti-

*) Diese Bifurcationen in der heissen Zone sind, was gewiss sehr merkwürdig ist, auch, jedoch als locale Anomalieen, in der gemässigten Zone zu finden. So gabelt sich die Isotherme von 10° wahrscheinlich am Canal la Manche und dessen Fortsetzung in die Nordsee, so dass der eine Arm an der nördl. Küste der Niederlande, der andere etwa westsüdwestlich in's Innere des Continents fortläuft. Es giebt also auch hier grössere Flächen, auf denen, im Widerspruch mit dem Gesetz der Temperaturabnahme mit zunehmender Breite (ausser nahe den Kältepolen oder im Innern der tropischen Länder s. o.), keine merkliche Temperatur-Differenz oder wohl gar eine Temperaturzunahme aus den Beobachtungen hervorgeht, ähnlich den Erscheinungen nahe dem Aequator, wodurch die Untersuchung über die Isothermen zu einer weit complicirteren, als die Theorie bisher angenommen, wird. Man wird dort auf Kenntniss der Wärme ganzer Gebiete und nicht mehr weniger isolirter Punkte ausgehen müssen.

**) Küsten-Gebirge, wie die Ghats und Andes, erzeugen hier einen höchst auffallenden Temperatur-Unterschied zwischen Orten am Meeresspiegel und im Innern, zum Theil wegen ihres Einflusses auf die Winde (vgl. p. 24.), die Bewölkung und die Regenmenge. Es ist somit nicht allein die Einwirkung des Plateaus oder ausgedehnter Ebenen, welches dies Verhältniss erklärt, wie p. 23 ausgesprochen wurde.

nente die Isothermen in sich abgeschlossene Curven bilden, welche mit den isobarometrischen Linien, wie sie Kämtz (1831 u. 1840) bestimmte, Aehnlichkeit haben, und merkwürdiger Weise, wenn auch nicht der geogr. Lage, so doch der Form nach, einige Analogie mit den Linien des tellurischen Magnetismus darbieten, wie sie aus den neuesten Untersuchungen von Sabine, Erman und Gauss bestimmt worden sind. Aber so wenig, als sich bis jetzt die Lage der Kältepole aus den vorhandenen Beobachtungen im Innern von Amerika und Asien feststellen lässt, so wenig reicht das Material aus, hier Näheres zu bestimmen. Eine grössere Sicherheit der Medien und eine grössere Anzahl von Orten ist dazu unbedingt erforderlich; bis dies eingetreten, halte ich obige Bestimmungen nur für die erste Basis und einen Anhaltpunkt für künftige Untersuchungen. Nur dies halte ich mich verpflichtet hinzuzufügen, dass ich bei allen diesen Ergebnissen nicht von hypothetischen Ansichten ausgegangen, sondern sie durch Rechnung und Construction aus den mitgetheilten Medien der Sammlung erhalten, von denen ich nur die zuverlässigeren kritisch ausgewählt. Die grosse, mich selbst überraschende Analogie in diesen Curven, deren Form von der Configuration der Continente völlig abhängig ist, scheint das Naturgemässe in hohem Grade zu verbürgen. Es giebt also im tropischen Afrika, Süd-Asien und Amerika drei isolirte, geschlossene Systeme von Isothermen-Curven, deren geringste Temperatur wahrscheinlich wenig grösser als $27\frac{1}{2}°$ ist.

Der sogenannte Wärme-Aequator. Bei einer Durchsicht der Beobachtungsjournale der Seefahrer, namentlich der Expeditionen um die Welt, welche ich in der wenig erfüllten Hoffnung vornahm, um für die als Ruhestationen häufig besuchten Inseln der heissen Zone*) so viel Material zu erhalten, um annä-

*) Wie sich an den Küsten und im Innern der Continente Unterschiede in dem täglichen Wärme-Gange, sowohl in der Zeit der Extreme als der Grösse der täglichen Variation zeigen, so liefern auch alle Beobachtungen der Seefahrer zahlreiche Beweise, dass jedesmal bei Annäherung an Inseln auf hohem Meere (und noch weit mehr an Continent-Küsten) Modificationen in dem an der Meeresluft auf dem Schiffe beobachteten Temperatur-Gange (namentlich eine grössere tägliche Variation) statt finden. Dies lässt vermuthen, dass solche isolirte Beobachtungspunkte nicht die einer gewissen Breite und Länge entsprechende Temperatur der Meeresluft selbst liefern, sondern analog dem über die Wirkung grösserer

hernd ihre mittlere Temperatur zu bestimmen, und so etwas mehr Zuverlässigkeit in die Lage der Isothermen auf dem Ozean zu bringen, ergab sich als ein ganz unerwartetes, aber fast überall auffallend hervortretendes Resultat, dass auf der Erde oder zunächst auf den beiden grossen Ozeanen der Aequator nicht allein nicht die wärmste Linie ist, was auch früher vermuthet wurde, sondern dass es hier zwei Linien grösster Luftwärme giebt, die eine nördlich vom Aequator, die andere südlich davon und näher der Linie. Es zeigte sich nämlich fast ohne Ausnahme in den Beobachtungsjournalen, deren ich eine sehr beträchtliche Anzahl benutzt, dass, zu welchen Stunden auch beobachtet sein mochte, die Seefahrer in der Nähe des Aequators*) gewöhnlich zweimal eine Linie grösster Wärme durchschnitten, oder in einigen Fällen, dass die Temperatur von einer wärmsten Linie nicht stätig abnahm.**) In den verschiedenen Meridianen, wo die Linie geschnitten wurde, zeigte sich dies doch deutlich auf dem atlantischen, wie auf dem stillen Ozean. Aus solchen vereinzelten Beobachtungen, deren Gewicht auf ihrer grossen Anzahl beruht, lässt sich die mittlere Lage dieser von den Monaten abhängigen Linien nicht genau bestimmen. Die Beobachtungen an den tropischen Küsten in der Gegend der Linie sind nicht

---

Länder (p. 149 u. a.) Gesagten eine Erhöhung oder Erniedrigung der mittleren Wärme derselben, je nach der geogr. Lage, hervorbringen. (Vgl. v. Humboldt Voy. t. II. p. 66.) Je kleiner die Inseln, desto mehr wird sich der Unterschied ausgleichen. Da jedoch Beobachtungen an einem Punkt auf dem Meere selbst nicht möglich sind, so habe ich diesen Umstand erwähnt, um auf solche mehr oder weniger von Local-Umständen bedingte Einwirkung auf die mittlere Wärme der Luft auf den grossen Meeresbekken aufmerksam zu machen, worauf sich doch die Isothermen-Zeichnung für diese stützen sollte. Die Wirkung von kalten oder warmen Strömen, welche sich bei den Galapagos-Inseln etc. so auffallend zeigt, und ähnliche Umstände (s. Monatsber. d. Berl. geogr. Ges. 18$\frac{3}{4}\frac{9}{0}$. N. 11.) verdient noch mehr Beachtung.

*) Locale Ausnahmen in höheren Breiten gehören nicht hierher, z. B. die im asiatischen Archipel oder die durch Einfluss kalter oder warmer Meeresströme u. s. w. —

**) Lenz' Beobachtungen des Salzgehaltes des Meeres (Pogg. A. XX), liefern ebenfalls 2 Maxima desselben nördl. und südl. vom Aequator, zwischen denen in der Region der Calmen ein Minimum liegt. Die Journale von J. Davy, Marcet, Horner, Beechey u. A. stimmen damit im Allgemeinen überein. Die Maxima des Salzgehaltes scheinen jedoch näher den Wendekreisen als dem Aequator zu liegen.

ganz hinlänglich, da merkwürdiger Weise nirgends auf der Erde in dieser Gegend bedeutende Städte liegen. Für Südamerika scheinen mir jedoch Boussingault's schöne Beobachtungen und meine Berechnung der Medien (p. 120 bis 125) diesem Resultate eine grosse Sicherheit zu verleihen: die beiden Linien grösster Wärme im N. und S. der Gegend zwischen der Bai de Cupica und dem Golf von Guayaquil besitzen hiernach 27—27½° oder eine mindestens um 1—1½° höhere Temperatur, als die Gegend am Aequator selbst. An der Ostküste desselben Erdtheils nimmt die Temperatur ebenfalls von Maracaybo etc. nach Süden (SO.) ab, erreicht zu *Paramaribo* und Cayenne eine vielleicht über 2° geringere Grösse und nimmt südlich von der Amazonen-Mündung (San Luis do Maranhão) wieder zu.

Für die Küsten von Afrika scheint der Beweis noch nicht empirisch möglich. — Vorder- und Hinterindien, die Sunda-Inseln etc. (p. 23—54, 99, 130) liefern dagegen eine eben so schöne Bestätigung, als Südamerika. Von Madras südlich und noch mehr südöstlich bis zum Aequator sinkt die Wärme um mehr als einen Grad und nimmt von der südlichen Halbinsel Hinterindiens gegen Batavia und die Melville-Insel wieder merklich zu; mit der excessiven Erhöhung der Temperatur Vorderindiens steigt die kälteste Linie zwischen jenen beiden wärmsten dem Anschein nach noch weiter gegen N., als in den grossen tropischen Continenten. Diese wärmsten Linien haben offenbar in den verschiedenen Meridianen nicht einerlei Temperatur; ihre Maximum-Temperatur erreichen sie wahrscheinlich im Innern der grossen Continente, von dem uns fast alle directen Beobachtungen noch fehlen.

Wiewohl man die Zuverlässigkeit der hier zur Bestätigung benutzten Beobachtungen nicht zu hoch schätzen darf, indem theils die Correction auf wahres Medium nicht völlig genügend erscheint, theils auch die absolute und relative Veränderlichkeit der Jahresmittel der Temperatur für diesen Erdstrich noch nicht in Anschlag gebracht werden konnte, so halten wir doch die vollkommene Analogie in den gedachten Bestimmungen für einen indirecten Beweis der Richtigkeit unseres Resultats. Die Ursachen eines so anomal scheinenden und doch so allgemein auftretenden Gesetzes in der Wärmevertheilung sind ohne Zweifel: 1) Die beständigen, fast das ganze Jahr hindurch herrschenden Regen, welche in der Region der Calmen die Temperatur deprimiren, während in der angren-

zenden Region des beständigen Passats Regenfälle und als Folge Abkühlung der Luft selten eintreten; — 2) auf dem hohen Meere der Einfluss der Aequatorialströmung; diese hat, nach Rennell's Ermittelung aus einer grossen Anzahl von Beobachtungen, auf dem atlantischen Ozean eine geringere Temperatur, als das im N. und S. daran stossende Meer; dasselbe Verhältniss finde ich, jedoch geringere Unterschiede, auf dem stillen Ozean; — 3) aber wirken hierauf die Schnelligkeit der Declinations-Aenderung der Sonne, die verhältnissmässig geringe Aenderung der Sonnenhöhe dort, und die Zeitabstände des doppelten Zenithdurchganges dieses Gestirns mit ein, was auch den Wendekreisen eine so beträchtliche Wärme und der ganzen tropischen Zone eine mehr gleichmässige Temperatur verleiht.*) — Eine unmittelbare Folge dieses Phänomens ist eben sowohl, dass die Temperaturformeln für den Aequator eine zu hohe Temperatur liefern, als dass ein sogenannter thermischer Aequator gar nicht existirt, von dem man irrig angenommen, dass er durch die mittlere Lage der Windstillen bezeichnet würde. Wenn nun, der Analogie mit gewissen Isothermen der Tropen zufolge, die beiden Linien grösster mittlerer Wärme im Innern der Continente in sich zurücklaufende, geschlossene Curven bilden, so ist es wahrscheinlich, dass sie mit der Entfernung von den W.- und O.-Küsten die Meridiane in wachsender geogr. Breite schneiden, und dass daher die wärmsten Linien in verschiedenen horizontalen Abständen vom Meeresgestade nicht einer Isotherme angehören, sondern eigene Curven bilden, welche im Innern eine kältere und nicht die heisseste Gegend der Erde einschliessen. Sie vollständig graphisch darzustellen, ist zur Zeit noch nicht möglich, wiewohl Berghaus einen sogenannten Wärme-Aequator mit zahlreichen Inflexionen (Physik. Atlas, Liefr. 2.) vor Kurzem gefunden zu haben vermeinte.**) Es muss jedoch noch

*) Hr. v. Littrow scheint aus der Betrachtung der verschiedenen Declinationsänderung sogar zu dem wunderbaren Resultat zu kommen, dass die Temperatur der Wendekreise „in der That" beträchtlich höher ist, als die des Aequators.

**) Welchen Eindruck solche zum Theil ganz naturwidrige und hypothetische Constructionen nicht bloss auf das grössere Publicum machen, das die Grösse und Zahl der Abweichungen in solchen Linien als einen Maassstab für die Sicherheit und Genauigkeit der zu Grunde gelegten Beobachtungen zu nehmen pflegt, beweist u. a. die Recension dieser Darstellung im Münchner gelehrten Anzeig. 1839. (M. vgl. Kämtz' Vorles. Met. p. 223 u. 224.)

ganz dahingestellt bleiben, ob das Gesetz, was für das offene Meer und die tropischen Küsten gilt, auch auf das Innere der grossen Continente übertragen werden darf. Wir sind fast völlig unbekannt mit den Wind- und Regenverhältnissen in diesen Gebieten nahe dem Aequator, und jener Verallgemeinerung durch Induction mangelt daher eine recht sichere, erfahrungsmässige Basis.

Für einen Theil der heissen Zone wenigstens verlieren somit die analytischen Ausdrücke für das Gesetz der Wärmevertheilung, als einer einfachen Function der geogr. Breite, vollkommen ihre Anwendbarkeit, ebenso wie die aus ihnen abgeleiteten Grössen der Temperatur des Aequators irrig sind. Aber es gehören offenbar mehr und genauere Messungen dazu, als die von uns benutzten, um diese Vertheilung mathematisch durch den sphärischen Abstand von den wärmsten Linien darzustellen; eben so wie man in höheren Breiten, im Innern der Continente dieselbe zugleich als eine Function der Breite, Länge und Höhe der Beobachtungsorte oder des Abstandes von einem Kältepole und einer Linie grösster mittlerer Wärme anzusehen haben wird, sobald erst in diesen Gegenden die Zahl der Orte sich vermehrt, wie die Zuverlässigkeit und die Länge der Periode der Bestimmungen einen höheren Werth erlangt hat, um eine solche Rechnung wirklich mit sicheren Ergebnissen zu lohnen.

Die Isothermen auf der südlichen Hemisphäre. Wegen der zu grossen Breiten-Abstände der meisten Beobachtungsorte auf einander nahe liegenden Meridianen ist eine genaue Bestimmung der Knotenpunkte der Isothermen und Parallelkreise hier noch nicht möglich. Zu einer ersten Annäherung habe ich einen Versuch gewagt, welcher als allgemeines Resultat ergab, dass, analog dem Verhalten auf der nördlichen Hemisphäre, in dem heisseren Gürtel zwischen dem Aequator und 35—40 (Amerika) Grad s. Br. die Westküsten hier näher dem Aequator von den Isothermen geschnitten werden, als die Ostküsten, dass jene also auf gleicher Breite kälter, als die östlichen sind, was am Auffallendsten bei Südamerika, in Folge der kalten Humboldts-Strömung etc. hervortritt. Etwas südlicher dagegen laufen die Isothermen nahe parallel den Breitenkreisen oder ihre Abweichungen sind wenigstens so gering, dass sie aus den oben mitgetheilten Daten nicht näher ermittelt werden können. Während auf der nördlichen Hemisphäre ausgedehnte Ländergebiete in höheren Breiten durch die Kälte

der Winter bei heiterer Luft und grösserer Radiation der Wärme die mittlere Jahres-Temperatur deprimiren, wird auf der südlichen*) dasselbe durch die geringere Sommerwärme bei meist trübem Himmel und die dadurch, wie durch die Ausdehnung der Wasserflächen überhaupt geschwächte Insolation bewirkt.

Brewster folgert mit Bestimmheit aus den (uncorrigirten und sogar unvollständigen) Beobachtungen an 2 oder 3 Orten in Neuholland und Van-Diemens-Land, dass auch die südliche Hemisphäre zwei Kältepole besitze. Die Jnseln auf dem stillen Ozean und die Orte an seinen Küsten, wie die an den Gestaden des südatlantischen Meeres lassen jedoch hierüber bis jetzt nicht ganz sicher entscheiden, wenn man nicht etwa die Grenze des Polareises oder des Treibeises mit zu Hülfe nehmen will, um einer solchen Ansicht mehr Wahrscheinlichkeit, als durch blosse Analogie mit dem grossentheils mit Ländermassen bedeckten Norden der andern Hemisphäre zu verleihen. Zwar zeigen allerdings die Ost- und Westküsten der Continente ähnliche Verschiedenheiten auf der südlichen Halbkugel; aber die grössere Nähe der Hauptmasse der Länder an den Aequator — (Afrikas u. Australiens Südenden liegen nahe in der Breite des nördlichsten Theils von Afrika) — macht hier die Analogie in den höheren Breiten ungewiss, oder wo das Continent von Amerika seine Südspitze viel weiter gegen den Pol ausstreckt, ist dasselbe so schmal, dass, wenn sich auch Unterschiede in den monatlichen Mitteln der Ost- und Westküste zeigen, wie King und Fitzroy angeben, die Feststellung der gewiss nicht beträchtlichen Differenz der Jahres-Temperatur beider Küsten doch längerer Beobachtungen bedarf; und dann, diese zugegeben, ist zu beachten, dass hier das Küsten-Gebirge West-Patagoniens mit den beständigen Niederschlägen, die es hervorruft, doch als eine mehr locale Einwirkung auf die Temperatur dieser Küste anzusehen ist, welche im Süden des Cap Horn sich völlig mit dem

---

*) Zu p. 28. Z. 12. v. o. ist hinzuzufügen: Eine mehr wissenschaftliche Stütze hat die Ansicht der geringeren Wärme der südl. Hemisphäre durch Kämtz' Untersuchungen über die Temp. des Ozeans (Meteor. II. 118) erhalten. Vgl. Moser im II. Bd. d. Repertor. p. 259 u. Monatsber. der Berl. geogr. Ges. 1839. p. 70. — Zu p. 27. Z. 8 v. o. s. m. hinzu (nach „erscheinen"): Somit treten abkühlende oder erwärmende Ursache oft auf dem grössten Theil der nördlichen Continentalmassen, vielleicht auf der ganzen Hemisphäre gleichzeitig auf.

Osten in's Gleichgewicht setzen kann. Stellen wir alle unsere Beobachtungen in den südlichsten Breiten der Continente dieser Hemisphäre zusammen; leisten wir, wozu uns das jetzt vorhandene Material noch zwingt, Verzicht auf die Berücksichtigung der Abweichung der mittleren Temperaturen einzelner Jahre von dem vieljährigen, wahren Medium, ferner auf die Reduction derselben aus den meist nicht ohne Unterbrechung angestellten Beobachtungen*), und endlich auf die Fehler der Instrumente und locale Einflüsse, die wir wegen der wenigen isolirten Punkte nicht, wie anderwärts, zu entdecken und zu vermeiden im Stande sind: so ergiebt sich, unter dieser Restriction, als wahrscheinliches, doch künftig noch näher zu prüfendes Resultat: Die Isothermen-Curven verhalten sich hier in höheren Breiten ähnlich denen unserer Hemisphäre, d. h. die Westküsten sind etwas wärmer, als die östlichen; ferner: die Inflexionen der Isothermen erscheinen in Patagonien grösser, als bei Neuholland und man könnte daraus auf einen grösseren Abstand des südamerikanischen Kältepols, als des neuholländischen vom Rotationspol der Erde schliessen, was durch die Entdeckungen von grösseren Inselmassen im antarktischen Ozean südlich von Feuerland und den auf der nördlichen Hemisphäre erkannten Einfluss ausgedehnterer Ländergebiete in hohen Breiten auf das Gesetz der Temperaturvertheilung noch mehr Wahrscheinlichkeit erlangt.

Ich würde diesen Gegenstand gar nicht berührt haben, weil er zu denjenigen Problemen gehört, deren vollständige Lösung man der Zukunft überlassen muss, wenn er nicht bereits vor längerer Zeit und noch neuerlich wieder zur Sprache gebracht und die Entscheidung mit solcher Sicherheit ausgesprochen worden wäre, dass eine Prüfung an dem mitgetheilten, vermehrten Material sich als Erforderniss aufdrang. Die Einwürfe, welche man dem Ergebniss dieser Untersuchung machen kann, sind oben angedeutet worden; sie haben ein solches Gewicht, dass man dies Problem wohl noch in's Gebiet der speculativen Forschung oder der „negativen Meteorologie“ verweisen darf.

*) Am Unzuverlässigsten sind solche Mittel, die man aus Observationen weniger Tage oder Wochen in diesen Breiten ableitet. Wir haben diese Methode nirgend angewendet, denn sie gehört einem frühern Standpunkt der Wissenschaft an.

# Tabelle über die mittlere Jahreswärme, nach Temperatur-Zonen geordnet.

Die Breiten sind nördlich, ausser wo ein s. in der 2ten Spalte steht, die Längen (auch in Decimaltheilen eines Grades) vom Pariser Meridian gerechnet und die Höhen (H.) üb. dem Meere (üb. 100') in Toisen (t.) ausgedrückt. Die Col. Med. enthält die mittlere Wärme der Orte (in Centigraden), und die in der letzten Spalte (J.) enthaltene Zahl giebt die Zahl der Jahre an, welche dem Medium zu Grunde gelegt ist (v. und m. in dieser Rubrik bedeuten viele und mehrere Jahre). Einzelne Abweichungen in den Medien, z. B. in N.-Amerika, von den früher gegebenen rühren von der Reduction auf wahres Mittel etc. her; bei einigen Orten liessen sich jetzt erst publicirte Beobachtungen benutzen, was nicht dabei angegeben ist, weil eine Vergleichung der Zahl der Jahre in den Tabellen mit den hier zu Grunde gelegten davon Kunde giebt. Auch hat eine spätere Berechnung der monatlichen Mittel vieler Orte und die Ableitung des jährlichen daraus öfter Fehler in den Jahresmedien des Originals ergeben, welche dann ausgeschieden wurden. — Nirgends ist eine Reduction der Temp. auf den Meeresspiegel vorgenommen. In den Anmerk., die mit No. bezeichnet sind, finden sich diejenigen Punkte, deren Medium mit den resp. Orten am meisten übereinstimmt, aber minder sicher erscheint, worüber die Bemerkungen der Tabellen p. 29 fg. nähern Aufschluss geben. Nur von den kältesten und heissesten Gegenden der Erdoberfläche sind kürzere und zuweilen minder sichere Beobachtungsreihen aufgenommen, als vorläufige Bestimmungen. Man berücksichtige auch Z. 1—3 der Anm. zu p. 143.

## Temperatur-Zone von —18°.7 bis 0° C.

| Ort. | N. B. ° | Lg. P. ° | H. t. | Med. ° C. | J. | Ort. | N. B. ° | Lg. P. ° | H. t. | Med. ° C. | J. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Winter-Hafen | 74.8 | 113.1w. | — | — 18.7 | 1 | Nov. Semlja . | 73.9 | 52.5 ö. | — | — 7.3 | 1 |
| Igloolik-I. . . | 69.3 | 84.4 - | — | — 16.6 | 1 | Godhavn[4]) . | 69.2 | 55.7w. | — | — 5.5 | ? |
| Ustjansk . . . | 70.9 | 136.1 ö. | — | — 16.4 | 2 | Nain, Labr. . | 57.2 | 64.3 - | — | — 3.6 | 3 |
| P. Bowen . . | 73.2 | 91.2w. | — | — 15.8 | 1 | Okak[5]), - . . | 57.3 | 65.3 - | — | — 3.2 | 2 |
| Boothia Fel. . | 70.0 | 94.2 - | — | — 15.7 | 2½ | Enontekis . . | 68.7 | 20.0 ö. | 223 | — 2.7 | 4 |
| Winter I. . . | 66.2 | 85.5 - | — | — 14.0 | 1 | Tobolsk . . . | 58.2 | 65.9 - | 50 | — 2.3 | 15 |
| N. Kolymsk . | 68.5 | 166.0 ö. | — | — 11.2 | 2 | St. Bernhard[6]) | 45.8 | 4.8 - | 1260 | — 1.0 | 21 |
| Jakuzk[1]) . . | 62.0 | 126.8 - | 60 | — 9.7 | m. | Julianshaab, Grönl. | 60.7 | 48.3w. | — | — 0.9 | ? |
| Nov.-Semlja . | 70.6 | 55.4 - | — | — 9.5 | 1 | | | | | | |
| Upernawik,[2]) Grönl. | 72.8 | 58.2w. | — | — 8.7 | ? | S. Gotthard[7]) | 46.5 | 6.2 ö. | 1100 | — 0.8 | 10½ |
| | | | | | | Haapakyla[8]). | 66.4 | 21.5 - | ? | — 0.5 | 30 |
| Nov. Semlja . | 73.0 | 51.5 ö. | — | — 8.4 | 1 | Irkuzk . . . . | 52.3 | 102.0 - | 210 | — 0.2 | 10 |
| Ft. Franklin . | 65.2 | 125.5w. | 33 | — 8.4 | 2 | Eyafiord . . . | 65.7 | 22.0w. | — | 0.0 | 2 |
| Grönld.See[3]) | 78.0 | bei Spitzbg. | — | — 7.7 | m. | Cumberld.-H. | 54.0 | 104.6 - | 123 | 0.0 | 1 |

1) Ft. Enterprise (N. Amer.) —9.9? 2) Omenak (Grönl.) —8.6. 3) 2/3 des Jahres durch Interpol., s. 6—12 J.; —6.8 n. Scoresby's Berechn. 4) Ft. Reliance —5.9? 5) Godthaab — 3.3, Beresow — 3.0, Nertschinsk — 2.9. 6) Aetna in 1350 t. H. — 1.3? Fort Churchill, Hudsons-B. — 0.9? 7) Bogoslowsk — 0.6. 8) Alten (Kaafj., Norw.) — 0.4 (cor.)

## Temperatur-Zone von 0°.1 bis 5°.0 C.

| Ort. | N. Br. ° | Lg. P. ° | H. t. | Med. ° C. | J. | Ort. | N. Br. ° | Lg. P. ° | H. t. | Med. ° C. | J. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Schneekoppe[1]) | 50.7 | 13.4 ö. | 827 | 0.2 | ? | Hernösand . . | 62.6 | 15.5 ö. | — | 2.3 | 28 |
| Slatoust . . . | 55.1 | 57.1 - | 165 | 0.3 | 3 | B. Quebek . . | 46.8 | 73.6w. | 50 | 3.1 | 8 |
| Jekaterinburg | 56.8 | 58.3 - | 130 | 0.5 | 2 | St. John's[4]). | 47.6 | 55.0 - | 22 | 3.5 | 5 |
| Uleåborg . . . | 65.0 | 23.1 - | — | 0.7 | 6 | Moskau[5]) . . | 55.7 | 35.3 ö. | 55? | 3.9 | 16 |
| Brocken[2]). . | 51.8 | 8.3 - | 580 | 1.4 | 2 | Petersburg[6]) | 59.9 | 28.0 - | — | 4.0 | 15 |
| Petropaulowsk | 53.0 | 156.4 - | . . | 1.9 | 2 | Reikiavig[7]) . | 64.1 | 24.3w. | — | 4.1 | 14½ |
| Umeå . . . . . | 63.8 | 17.9 - | — | 2.1 | 23 | Falun . . . . . | 60.6 | 13.4 ö. | 62 | 4.4 | 9 |
| Oestersund[3]) | 63.2 | 12.4 - | 160 | 2.2 | 6 | Åbo . . . . . . | 60.4 | 19.9 - | — | 4.6 | 17 |
| Kasan . . . . . | 56.0 | 46.8 - | 23? | 2.2 | 12 | Ft. Brady[8]). | 46.6 | 87.3w. | 93 | 4.8 | 3 |

1) Nordcap (Norweg.) 0.1? — 2) Barnaul (Russl.) 1.5, Wiesenbaude (Böhmen) 1.9. 3) Jemteland (Schwed.) 2.2. — 4) Bei C. Horn 3.6? — 5) Iluluk (Unalaschka) 3.9. 6) Chamonny, Ft. Mackinac, Huron.-S. 4.0. — 7) Ob.-Wiesenthal (Sachsen) 4.1; Drontheim 4.3? — 8) Clausthal (Harz) 4.9; Hanover (N.-Amer.) 5.0.

## Temperatur-Zone von 5°.1 bis 7°.5 C.

| Ort. | N. Br. ° | Lg. P. ° | H. t. | Med. ° C. | J. | Ort. | N. Br. ° | Lg. P. ° | H. t. | Med. ° C. | J. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tambow . . . | 52.8 | 39.1 ö. | 32 | 5.1 | 12 | Hohenfurth . . | 48.6 | 12.0 ö. | 255 | 6.7 | 11 |
| Söndmör 1) . | 62.5 | 4.0 - | — | 5.3 | 19 | Ft. Howard . | 41.7 | 89.4w. | 95 | 6.7 | 4 |
| Upsala . . . . | 59.9 | 15.3 - | — | 5.3 | 43 | Genkingen . . | 48.4 | 6.8 ö. | 400 | 6.8 | 7 |
| Christiania . . | 59.9 | 8.4 - | — | 5.4 | 10 | Wexiö . . . . | 56.9 | 12.4 - | 73 | 6.9 | 35 |
| Mont Cenis . | 45.2 | 4.6 - | 1000 | 5.4 | 3½ | Dover . . . . . | 43.2 | 73.2w. | . . | 6.9 | 6½ |
| Eastport 2) . . | 44.9 | 69.3w. | — | 5.4 | 6 | Concord 5) . . | 43.2 | 73.8 - | . . | 6.9 | 10 |
| St. Peter 3) . | 50.7 | 13.3 ö. | 410 | 5.5 | 4½ | Cherry Valley | 42.8 | 77.4 - | 210 | 6.9 | 9? |
| Dorpat . . . . | 58.4 | 24.4 - | 35 | 5.6 | m. | N. Archangelsk | 57.0 | 137.6 - | . . | 7.0 | 4 |
| U.-Canada . . | 45. | ? w. | . . | 5.6 | ? | Brzezina . . . | 49.8 | 11.3 ö. | 243 | 7.0 | 6 |
| Stockholm . . | 59.3 | 15.7 ö. | 21 | 5.7 | 63 | Fayetteville . | 43.0 | 75.0w. | . . . | 7.0 | 7 |
| Frankenheim | 50.5 | 7.8 - | 370 | 5.7 | 7 | Wilna 9) . . . | 54.7 | 23.0 ö. | 60 | 7.1 | 13 |
| N.-Bistritz . . | 49.0 | 12.8 - | 320 | 5.8 | 8 | Eger . . . . . | 50.1 | 10.0 - | 220 | 7.1 | 8 |
| Rehberg . . . | 49.1 | 11.7 - | 425 | 5.9 | 8 | Thorshavn . . | 62.0 | 9.1w. | — | 7.2 | 3 |
| Königsberg . | 54.7 | 18.2 - | — | 6.2 | 21 | Freiberg 10) . | 50.9 | 11.0 ö. | 207 | 7.2 | 9 |
| Saratow . . . | 51.5 | 43.8 - | — | 6.2 | 8 | Oxford . . . . | 42.4 | 78.0w. | 152 | 7.2 | 8 |
| Stift Tepl . . | 50.0 | 10.5 - | 328 | 6.2 | 11 | Alford, Schottl. | 57.2 | . . . - | 67 | 7.3 | 7 |
| H. Peissenberg | 47.8 | 8.7 - | 503 | 6.2 | 20 | Lund 11) . . . | 55.7 | 10.8 ö. | — | 7.3 | 30 |
| St. Lawrence | 44.7 | 77.3w. | 62 | 6.2 | 9? | Gotha . . . . . | 50.9 | 8.4 - | 158 | 7.3 | 8 |
| Halifax . . . . | 44.6 | 63.9 - | . . | 6.2 | 4½ | Tabor . . . . . | 49.4 | 12.3 - | 220 | 7.3 | 14 |
| Carlstadt . . . | 59.4 | 11.2 ö. | 27 | 6.3 | 10 | Ullensvaug u. | 60.3 | 4.7 - | — } | 7.4 | 30 |
| Mitau . . . . . | 56.6 | 21.4 - | 20 | 6.3 | 9 | Malmanger . . | 60.0 | 6.3 - | | | |
| Braunsberg. . | 54.3 | 17.6 - | — | 6.3 | 7 | Dunfermline . | 56.1 | 5.8w. | — | 7.4 | 20 |
| Montreal 4) . . | 45.5 | 73.9w. | . . | 6.4 | 12 | Ilmenau . . . | 50.7 | 8.6 ö. | 237 | 7.4 | 10 |
| Pompey 5) . . | 42.9 | 78.4 - | 200 | 6.5 | 11 | Tegernsee *) . | 47.7 | 9.4 - | 377 | 7.4 | 8 |
| Hof . . . . . . | 50.4 | 9.6 ö. | — | 6.6 | 7 | Utica 12) . . . | 43.1 | 77.5w. | 75 | 7.4 | 11? |
| Ft. Snelling 6) | 44.9 | 94.3w. | 123 | 6.6 | 3 | Applegarth M. | 55.2 | 5.5 - | 28 | 7.5 | 13 |
| Lead-Hills 7). | 55.4 | 6.8 - | 200 | 6.7 | 10 | Warschau **). | 52.2 | 18.7 ö. | 70 | 7.5 | 26 |
| Tilsit . . . . . | 55.1 | 19.5 ö. | . . | 6.7 | 20 | Schöndorf . . | 51.0 | 9.0 - | 170 | 7.5 | 10 |
| Hohenelbe . . | 50.6 | 13.2 - | 235 | 6.7 | 15 | | | | | | |

1) Fredericton (N. Amer.) 5.3. — 2) Brunswick (N. Am.) 5.4. — 3) Port Famine, Magelh. Str. 5.5? 4) Altenberg (Sachs.) 6.4. — 5) Mt. Louis (Frkr.) 6.5. — 6) Burlington (N. Am.) 6.6. — 7) Bergen (Norwg.) 6.7?, Rottwell (Würtemb.) 6.7. — 8) Fairfield u. Hamilton (N. Am.) 6.9. — 9) Thorshavn (Far-Öer. I.) s. ob., Lemberg, Ft. Crawford, Williamstown, Grenville (N. Am.) 7.1. — 10) Krumau (Böhmen) 7.2, Falklands-I. 7.2 (8.3)? — 11) Johnstown (N. Am.) 7.3. — 12) Union Ellesborough (N. Am.) 7.4.

*) Mit Corr. (unsicher): 6.6. — **) A. 13 J.: 7.3.

## Temperatur-Zone von 7°.6 bis 10°.0 C.

| Ort. | N. Br. ° | Lg. P. ° | H. t. | Med. ° C. | J. | Ort. | N. Br. ° | Lg. P. ° | H. t. | Med. ° C. | J. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Danzig 1) . . . | 54.3 | 16.3 ö. | — | 7.6 | 30 | Kinfauns C. . | 56.4 | 5.6w. | 23 | 8.1 | 27 |
| | | | | (7.7) | (92) | Stralsund. . . | 54.3 | 10.8 ö. | — | 8.1 | 11 |
| Zittau . . . . . | 50.9 | 12.5 - | 128 | 7.6 | 12 | Breslau **) . . | 51.6 | 14.7 - | 70 | 8.1 | 18 |
| Bayreuth . . . | 49.9 | 9.3 - | 175 | 7.6 | 19 | Isny . . . . . | 47.7 | 7.7 - | 363 | 8.1 | 4 |
| Hartwick . . . | 42.6 | 77.5w. | . . | 7.6 | 11 | Clunie M. . . | 57.2 | 4.9w. | 25 | 8.2 | 28 |
| Poln. Warten- | | | | | | Kopenhagen . | 55.7 | 10.2 ö. | — | 8.2 | 52 |
| berg 2) . . | 51.3 | 15.3 ö. | 77 | 7.7 | 15 | Wartburg . . | 51.0 | 8.0 - | 212 | 8.2 | 10 |
| Brzeznitz . . | 49.6 | 11.6 - | 230 | 7.7 | 10 | Arnstadt . . . | 50.8 | 8.6 - | 150 | 8.2 | 10 |
| Tuttlingen . . | 48.0 | 6.5 - | 333 | 7.7 | 4 | Rotenhaus 6) | 50.5 | 11.1 - | 195 | 8.2 | 10 |
| Koburg 3) . . | 50.2 | 8.6 - | 113 | 7.8 | 12 | Königgrätz . | 50.2 | 13.5 - | 117 | 8.2 | 9 |
| Bern . . . . . | 46.9 | 5.1 - | 280 | 7.8 | 20 | Medfield . . . | 42 ? | 73 ?w. | . . . | 8.2 | 12 |
| Göteborg 4) . | 57.7 | 9.6 - | — | 7.9 | 46 | Inverness 7) . | 57.5 | 6.5 - | — | 8.3 | 13 |
| Kielce. . . . . | 50.9 | 18.3 - | 140 | 7.9 | 7 | Apenrade . . . | 55.0 | 7.1 ö. | — | 8.3 | 16 |
| Deutschbrod . | 49.6 | 13.2 - | 207 | 7.9 | 8 | Jesmond, Brit. | 55 ? | ? w. | 33 | 8.3 | 7 |
| Kinderhook . | 42.4 | 76.1w. | 20 | 7.9 | 7? | Kendal . . . . | 54.3 | 5.6 - | 22 | 8.3 | 21 |
| Stromness, | 58.9 | 5.8 - | . . | 8.0 | 12 | Alderley . . . | 53.3 | 4.7 - | . . | 8.3 | 10 |
| Orkneys-I. | | | | | | Fulda . . . . | 50.6 | 7.4 ö. | 138 | 8.3 | 11 |
| Praestoe . . . | 55.1 | 9.7 ö. | — | 8.0 | 10 | Kremsmünster | 48.0 | 11.8 - | 189 | 8.3 | 14 |
| Krakau . . . . | 50.1 | 17.6 - | 103 | 8.0 | 13 | C. Toward . . | 55.8 | 7.3w. | 18 | 8.4 | 7 |
| Landskron . . | 49.9 | 14.3 - | 170 | 8.0 | 14 | Carlisle . . . . | 54.9 | 3.3 - | — | 8.4 | 24 |
| Augsburg 5) *) | 48.4 | 8.6 - | 253 | 8.0 | 22 | Giengen 8) . . | 48.6 | 7.9 ö. | 246 | 8.4 | 18 |

1) U.-Kubin (Ungr.) 7.6. — 2) Huntly Lodge (Brit.), Portsmouth und Cambridge (N. York) in N. Am. 7.7. — 3) Carlscrona 7.8. — 4) Gorden C. u. Carbeth (Brit.), Wartburg (N.-Deutschl.)?, Schenectady (N. Amer.) 7.9. — 5) Kitzbühel (Alpen) 8.0. — 6) Smetschna (Böhm.), Canandaigua (N. Amer.) 8.2. — 7) Thorn, Eisenach, Schüttenhofen (Böhm.), Middlebury (N. Amer.) 8.3. — 8) Ingolstadt 8.4.

*) D. Therm. in der Sonne in denselben Jahren: 10.9. — **) A. 30 J.: 7.9.

| Ort. | N. Br. ° | Lg. P. ° | H. t. | Med. ° C. | J. |
|---|---|---|---|---|---|
| Edinburgh *) 9) | 55.9 | 5.6 w. | 47 | 8.5 | 11 |
| Swinemünde . | 53.9 | 11.9 ö. | — | 8.5 | 9(v) |
| Berlin **) . . | 52.5 | 11.0 - | 20 | 8.5 | 17 u.m |
| Dresden. . . . | 51.0 | 11.4 - | 62 | 8.5 | 11 |
| Pilsen . . . . . | 49.7 | 11.3 - | 147 | 8.5 | 9 |
| Tübingen . . . | 48.5 | 6.7 - | 170 | 8.5 | 14 |
| St. Gallen . . | 47.4 | 7.0 - | 215? | 8.5 | 10 |
| Providence . . | 41.8 | 73.7 w. | . . | 8.5 | 7 |
| Cuxhaven 10). | 53.9 | 6.4 ö. | — | 8.6 | 18 |
| Regensburg . | 49.1 | 9.8 - | 172 | 8.6 | 59 |
| Friedrichshaf. | 47.6 | 7.1 - | 213 | 8.6 | 5 |
| Annat G., 11) Brit. | 56.4 | . . w. | 27 | 8.7 | 7 |
| Glasgow . . . | 55.9 | 6.6 - | — | 8.7 | v. |
| N. Malton . . | 54.1 | 3.1 - | . . | 8.7 | 8 |
| Jena . . . . . | 50.9 | 9.3 ö. | 80 | 8.7 | 13 |
| Andechs . . . | 48.0 | 8.9 - | 360 | 8.7 | 8 |
| Redhook . . . | 42.0 | 76.3 w. | . . | 8.7 | 6 |
| Aberdeen. . . | 57.1 | 4.4 - | — | 8.8 | v. |
| Derby . . . . | 53.0 | 3.8 - | 27 | 8.8 | 40 |
| Sagan 12) . . | 51.6 | 13.0 ö. | 63 | 8.8 | 7 |
| Halle . . . . . | 51.5 | 9.6 - | 57 | 8.8 | m. |
| Marburg . . . | 50.8 | 6.4 - | 118 | 8.8 | 12 |
| Zürich . . . . | 47.4 | 6.2 - | 220 | 8.8 | 7 |
| Hamburg *r*) | 53.5 | 7.6 - | — | 8.9 | 19 |
| Altona . . . . | 53.5 | 7.6 - | 20 | 8.9 | (16) |
| Saaz 13) . . . | 50.3 | 11.2 - | 132 | 8.9 | 13 |
| Freiburg, Schw. | 46.8 | 4.8 - | 325 | 8.9 | 13 |
| Andover . . . | 42.6 | 73.4 w. | 30 | 8.9 | 11 |
| Salem . . . . . | 42.5 | 73.2 - | — | 8.9 | 43 |
| Cambridge . . | 42.4 | 73.5 - | — | 8.9 | 32 |
| Perth . . . . . | 56.4 | 5.7 - | . . | 9.0 | 9 |
| York . . . . . | 54.0 | 3.4 - | . . | 9.0 | 25 |
| Manchester . . | 53.5 | 4.6 - | 35 | 9.0 | 35 |
| Erfurt 14) . . | 51.0 | 8.7 ö. | 107 | 9.0 | 17 |
| Tetschen . . . | 50.8 | 11.9 - | 48 | 9.0 | 8½ |
| Sigmaringen . | 48.1 | 6.9 - | 302 | 9.0 | 8 |
| München . . . | 48.0 | 9.2 - | 270 | 9.0? | 32 |
| Innsbruck . . | 47.3 | 9.4 - | 270 | 9.0 | 51 |
| St. Andrew's | 56.3 | 5.1 w. | — | 9.1 | 8 |
| Lancaster. . . | 54.0 | 5.1 - | . . | 9.1 | 13 |
| Göttingen . . | 51.5 | 7.6 ö. | 69 | 9.1 | v. |
| Allstedt 15) . | 51.4 | 9.4 - | 75 | 9.1 | 7 |
| Westheim . . | 49.1 | 7.5 - | 167 | 9.1 | 7 |
| Df. Wangen . | 48.8 | 6.9 - | 140 | 9.1 | 13 |
| Odessa . . . . | 46.5 | 28.4 - | — | 9.1 | 11 |
| Onondaga . . | 43.0 | 78.5 w. | 65 | 9.1 | 10? |
| Ithaka. . . . . | 42.4 | 78.8 - | 67 | 9.1 | 9? |
| Ob.-Canada. . | 42. | . . . - | . . | 9.1 | ? |

| Ort. | N. Br. ° | Lg. P. ° | H. t. | Med. ° C. | J. |
|---|---|---|---|---|---|
| Lüneburg 16) | 53.2 | 8.1 ö. | 23 | 9.2? | 12 |
| Lyndon . . . . | 52.5 | 2.4 w. | 85 | 9.2 | 28 |
| Lansingburg . | 42.8 | 76.0 - | — | 9.2 | 11? |
| Albany . . . . | 42.6 | 76.5 - | 20 | 9.2 | 11? |
| Salzufflen 17) | 52.1 | 6.4 ö. | 50? | 9.3 | 16 |
| Bushey Heath | 51.6 | 2.7 w. | 87 | 9.3 | 7 |
| Elberfeld . . . | 51.2 | 4.8 ö. | 65 | 9.3 | 12 |
| Schüttenitz . | 50.6 | 11.8 - | 113 | 9.3 | 8 |
| Nicolaïeff. . . | 47.0 | 29.6 - | — | 9.3 | 14 |
| Boston . . . . | 42.3 | 73.4 w. | . . | 9.3 | 10 |
| Rinteln 18) . | 52.2 | 6.7 ö. | 30 | 9.4 | (16) |
| Oxford . . . . | 51.8 | 3.6 w. | . . | 9.4 | 8 |
| Epping . . . . | 51.7 | 2.1 - | 61 | 9.4 | 14 |
| Leitmeritz . . | 50.5 | 11.8 ö. | 60 | 9.4 | 6 |
| Cherson . . . | 46.6 | 30.3 - | 17 | 9.4 | 14 |
| Genf****) . . . | 46.2 | 3.8 - | 203 | 9.4 | {43 / 49} |
| Dublin . . . . | 53.4 | 8.7 w. | — | 9.5 | 19 |
| Münster 19) . | 52.0 | 5.3 ö. | 32 | 9.5 | 10½ |
| Düsseldorf . . | 51.2 | 4.4 - | 25 | 9.5 | 9 |
| Prag . . . . . | 50.1 | 12.1 - | 98 | 9.5 | 15 |
| Bei London 20) | 51.5 | 2.5 w. | 25? | 9.6 | 24 |
| B. Dieppe . . | 49.9 | 1.2 - | . . | 9.6 | 5 |
| Schönthal. . . | 49.3 | 7.2 ö. | 110 | 9.6 | 7 |
| Stuttgart . . . | 48.8 | 6.9 - | 127 | 9.6 | 43 |
| N. Bedford. . | 41.6 | 73.3 w. | . . | 9.6 | 5 |
| Council Bluffs | 41.4 | 98.1 - | 125 | 9.6 | 6 |
| Boston . . . . | 52.8 | 2.4 - | . . | 9.7 | 8 |
| Zwanenburg †) | 52.3 | 2.0 ö. | — | 9.7 | 64 |
| Leyden . . . . | 52.2 | 2.1 - | — | 9.7 | 19 |
| Cheltenham . | 51.9 | 3.6 w. | . . | 9.7 | 13 |
| Genf ††) 21) | 46.2 | 3.8 ö. | 203 | 9.7 | 49 |
| St. Jean de Maurienne . | 45.3 | 4.1 - | 280 | 9.7 | 12 |
| Newburg . . . | 41.5 | 76.3 w. | 23 | 9.7 | 9 |
| J. Man 22) . | 54.2 | 6.8 - | . . | 9.8? | 9 |
| Frankfurt a. M. | 50.1 | 6.3 ö. | 60 | 9.8 | 32 |
| Trier . . . . . | 49.8 | 4.3 - | 80 | 9.8 | 20 |
| Freyburg. . . | 48.1 | 5.6 - | 143 | 9.8 | 7 |
| Basel . . . . . | 47.6 | 5.2 - | 135 | 9.8 | 11 |
| Amsterdam. . | 52.4 | 2.6 - | — | 9.9 | 14 |
| Schiedam †††) | 51.9 | 2.9 - | — | 9.9 | 19 |
| Strassburg . . | 48.6 | 5.4 - | 75 | 9.9 | 35 |
| Sympheropol | 45.0 | 31.8 - | 135 | 9.9 | 13 |
| Union Hall. . | 40.7 | 76.3 w. | . . | 9.9 | 11? |
| Haarlem . . . | 52.4 | 2.3 ö. | — | 10.0 | 20 |
| Würzburg . . | 49.8 | 7.6 - | 88 | 10.0 | 28 |
| Heidelberg . . | 49.4 | 6.4 - | 52 | 10.0 | 16 |
| Karlsruhe 23) | 49.0 | 6.1 - | 58 | 10.0 | 38 |

9) Keswick (Brit.), Budweis (Böhm.), Rochester (N.-Am.) 8.5. — 10) Auburn (N. Am.) 8.6. — 11) Exeter 8.7. — 12) Neu-Strelitz, Prenzlau, Zlonitz (Böhm.) 8.8. — 13) Pless, Troppau (N.-Deutschl.) 8.9. — 14) Perleberg, Fredonia u. Clinton (N.-Am.) 9.0. — 15) Olmütz (Mähr.), Lewiston (N.-Am.) 9.1 — 16) Minden 9.2. — 17) Arnhem, Middelburg (Holld.) 9.3? — 18) Flottbeck (N.-Deutschl.) 9.4? — [illegible] Tangermünde, Chur, Lausanne, Montgomery (N.-Am.) 9.5. — 20) Liverpool 9.6. — 21) Kronstadt (Ungarn) 9.7. — 22) Kingston (N.-Am.) 9.8. — 23) Salzburg 10.0.

*) A. 18 J.: 8.6. — **) Vielj. Med. d. tägl. Extr. 9.0. — ***) Die Corr. nach der Var.-Grösse liefert nur 8.6. — ****) Mit Corr. wegen veränderten Nullpunkts des Therm. — †) Aus 27 J.: 9.5. — ††) Uncorr. Nullpunkt. — †††) A. 31 J.: 10.1.

## Temperatur-Zone von 10°.1 bis 12°.5 C.

| Ort. | N. Br. ° | Lg. P. ° | H. t. | Med. ° C. | J. |
|---|---|---|---|---|---|
| Maestricht . . | 50.8 | 3.3 ö. | 27 | 10.1 | 16 |
| Wien *) . . . | 48.2 | 14.0 - | 85 | 10.1 | 24 |
| Ft. George. . | 46.3 | 125.3 w. | . . | 10.1 | 2 |
| Rolle . . . . . | 46.4 | 4.0 ö. | 190 | 10.1 | 10 |

| Ort. | N. Br. ° | Lg. P. ° | H. t. | Med. ° C. | J. |
|---|---|---|---|---|---|
| Ft. Wolcott . | 41.5 | 73.7 w. | — | 10.1 | 5 |
| Chiswick, bei London | 51.5 | 2.5 - | . . | 10.2 | 8 |
| Brüssel 1) . . | 50.8 | 2.0 ö. | 30 | 10.2 | {6 / (36)} |

1) Mühlhausen (Frankr.), Leeuwarden (Holl.), Arras (Frankr.) 10.2.

*) A. vielen J. soll das corr. (?) Med. 10.9 sein (?).

| Ort. | N. Br. ° | Lg. P. ° | H. t. | Med. ° C. | J. | Ort. | N. Br. ° | Lg. P. ° | H. t. | Med. ° C. | J. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| I. Wight . . . | 50.7 | 3.6w. | — | 10.3 | 10 | F. Vancouver | 45.6 | 122.6w. | — | 11.0? | 3 |
| Franecker*) . | 53.3 | 3.2 ö. | — | 10.3 | 13 | Marschlins 6). | 46.9 | 7.6 ö. | 280 | 11.1? | 8 |
| Dunkerque . . | 51.0 | 0.0 - | — | 10.3 | 7 | Dutches. . . . | 41.7 | 76.2w. | . . | 11.1 | 9 |
| Manheim . . . | 49.5 | 6.1 - | 47 | 10.3 | 12 | Penzance. . . | 50.1 | 7.9 - | — | 11.2 | 25 |
| Metz . . . . . | 49.1 | 3.8 - | 93 | 10.3 | 10 | Hobarttown . | 42.9s. | 145.1 ö. | — | 11.3 | 1 |
| Ofen. . . . . . | 47.5 | 16.7 - | 80 | 10.3 | 33 | Germantown. | 40.0 | 77.6w. | 32 | 11.3 | 9 |
| Lyme Regis . | 50.7 | 5.3w. | — | 10.4 | 13 | New-York 7) | 40.7 | 76.3 - | — | 11.4 | 7 |
| Montmorency | 49.0 | 0.0 - | 72 | 10.4 | 33 | Sewastapol 8) | 44.6 | 31.2 ö. | 25 | 11.5 | 15 |
| Schorndorf. . | 48.8 | 7.2 ö. | 128 | 10.4 | 6 | Turin 9) . . . | 45.1 | 5.3 - | 143 | 11.6 | 30 |
| Haag 2) . . . . | 52.1 | 2.0 - | — | 10.5? | 8 | Marietta . . . | 39.4 | 83.8w. | . . . | 11.6 | 11 |
| London, St. 3) | 51.5 | 2.4w. | 17 | 10.5 | 40 | J. Jersey 10) | 49.3 | 4.4 - | — | 11.7 | 5 |
| Newport . . . | 41.5 | 73.7 - | — | 10.5 | 5 | La Rochelle***) | 46.1 | 3.5 - | — | 11.7 | 11 |
| Denainvilliers 4) | 48.2 | 1.0 ö. | 85 | 10.7 | 30 | Philadelphia . | 39.9 | 77.5 - | — | 11.9? | 20 |
| | | | | | | Baltimore . . | 39.3 | 79.0 - | . . | 11.9 | 8 |
| Erasmus Hall | 40.6 | 76.3w. | . . | 10.7 | 14 | Darjiling 11). | 27.0 | 86.1 ö. | 1090 | 12.0 | 2 |
| Plymouth**) . | 50.4 | 6.5w. | — | 10.8 | 7 | Cincinnati . . 12, 13) | 39.1 | 86.8w. | 80 | 12.2 | 9 |
| Paris . . . . . | 48.8 | 0.0 | 33 | 10.8 | 33 | | | | | | |
| Tolmezzo 5). | 46.5 | 10.7 ö. | 40 | 10.9 | 12 | Padua 14, 15) | 45.4 | 9.5 ö. | 15 | 12.5 | 34 |
| Gosport. . . . | 50.8 | 3.4w. | — | 11.0 | 16 | Pavia 16) . . | 45.2 | 6.8 - | 44 | 12.5 | 13 |

2) Dijon, Neufchatel (?), San Carlos (Chiloe) 10.5. — 3) Cork? (Irld.), Koblenz (?), Clermont 10.6. — 4) Besançon, Macon (Frkr.) 10.7. — 5) Bedford (Engl.) 10.9? — 6) Helston (Engl.), Lüttich, Hermannstadt 11.1. — 7) Troyes 11.4. — 8) Temeschwar (Ung.) 11.5. — 9) Crespano (Ital.) 11.6. — 10) hambéry 11.7. — 11) Chinon (Frkr.), Nikita (S. Russl.) 12.0. — 12) St. Malo 12.1. — 13) St. Brieux (Frkr.), Semlin 12.2. — 14) Rovigno 12.3. — 15) Poitiers, Czerna-Thal (Banat) 12.4. — 16) Woolworth (V. Diemensld.) 12.5.

*) Etwas zu hohes Med. — **) A. 11 J. 11.2 (corr.?) — ***) A. 7. J. corr.: 11.4.

## Temperatur-Zone von 12°.6 bis 15.°0. C.

| Ort. | N. Br. ° | Lg. P. ° | H. t. | Med. ° C. | J. | Ort. | N. Br. ° | Lg. P. ° | H. t. | Med. ° C. | J. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mailand 1) . . | 45.5 | 6.9 ö. | 75 | 12.7 | 77 | Mafra 5) . . . | 38.9 | 11.7w. | 120 | 13.9? | 4 |
| Peking . . . . | 39.9 | 114.1 - | 50? | 12.7? | 6 | Ootacamund 6) | 11.4 | 74.5 ö. | 1150 | 14.0 | 3 |
| Toulouse . . . | 43.6 | 0.9 - | 78 | 12.9 | 8 | Montpellier. . | 43.6 | 1.5 - | 17 | 14.1 | 14 |
| St. Louis, Miss. | 38.6 | 91.9w. | 87 | 12.9 | 7 | Camajore . . . | 43.9 | 8.0 - | . . | 14.2 | 45 |
| Triest 2, 3) . . | 45.6 | 11.4 ö. | 45 | 13.2 | 20 | Avignon . . . | 43.9 | 2.5 - | — | 14.2 | 37 |
| Bei Siena . . | 43.3 | 9.0 - | 170 | 13.4 | 5½ | Marseille*) . . | 43.3 | 3.0 - | 23 | 14.2 | 21 |
| Brescia . . . . | 45.6 | 7.9 - | 78 | 13.5 | 18 | Madrid . . . . | 40.3 | 6.0w. | 340 | 14.2 | 2 |
| Venedig 4) . . | 45.4 | 10.0 - | — | 13.7 | 19 | Bologna. . . . | 44.5 | 9.0 ö. | 42 | 14.3 | 22 |
| N. Harmony . | 38.2 | 90.2w. | 53 | 13.7 | 2½ | Williamsbg. 7) | 37.2 | 79.1w. | . . | 14.5 | 6 |
| Verona . . . . | 45.1 | 8.7 ö. | 30 | 13.8 | 9 | Cascina . . . . | 43.7 | 8.2 ö. | . . . | 14.6 | 8 |
| Richmond . . | 37.5 | 79.7w. | . . | 13.8 | 14 | Pasto . . . . . | 1.2 | 79.7w. | 1340 | 14.6 | ? |
| Bei Zacatecas | 22.8 | 104.7 - | 1340 | 13.8 | 2 | Lucca 8, 9) . . | 43.8 | 8.2 ö. | . . | 14.9 | 36 |
| Bordeaux. . . | 44.8 | 2.9 - | — | 13.9? | 10 | S. Fé de Bogota | 4.6 | 76.6w. | 1350 | 15.0 | 1½ |

1) Nantes 12.6. — 2) Vienne (Frkr.), Chioggia u. Gorizia (Ital.) 13.1. — 3) Lyon, Oléron, Macquarie H. (V. Diem. Ld.), Landur (Ost-Ind.) 13.2. — 4) Dax, (Frkr.), Konstantinopel, Mussuree (Ost-Ind.) 13.7. — 5) Bordeaux (s.o.), Rhodez, Altamura (Ital.) 13.9. — 6) Toluca, Talcahuano (Chile) 14.0. — 7) Valparaiso, Kön. Charlotte-Sund (N.-Seeld.) 14.5. — 8) Pisa 14.7? — 9) Ragusa 14.8.

*) A. 12 u. 18 J. 14.5.

## Temperatur-Zone von 15°.1 bis 20°.0 C.

| Ort. | N. Br. ° | Lg. P. ° | H. t. | Med. ° C. | J. | Ort. | N. Br. ° | Lg. P. ° | H. t. | Med. ° C. | J. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Loboogbat 1). | 29.4 | 79.9 ö. | 870 | 15.2 | 2 | Genua . . . . | 44.4 | 6.6 ö. | . . | 15.7? | ? |
| Florenz 2) . . | 43.8 | 8.9 - | 34 | 15.3 | 12 | Albany . . . . | 35.0s. | 115.5 - | . . | 16.1 | 1 |
| Rom. . . . . . | 41.9 | 10.1 - | 27 | 15.4 | 30 | Bei Neapel. . | 40.8 | 11.9 ö. | 77 | 16.2 | 8 |
| Athen 3) . . . | 38.0 | 21.4 - | . . | 15.5 | 3 | Ithaka. . . . . | 38.4 | 19.4 - | . . | 16.2 | 4 |
| Nizza. . . . . | 43.7 | 4.9 - | — | 15.6 | 23 | Lissabon 4) . . | 38.7 | 11.5w. | 37 | 16.3 | 5 |
| Toulon . . . . | 43.1 | 3.6 - | — | 15.6 | 11½ | Mexico . . . . | 19.4 | 101.4w. | 1165 | 16.4 | 2 |
| Quito . . . . . | 0.2s. | 81.1w. | 1495 | 15.6 | 2½ | Cagliari 5, 6) | 39.2 | 6.8 ö. | 52 | 16.6 | 3½ |

1) Chapel Hill (N.-Am.), Santiago (S.-Am.) 15.3. — 2) Hawilbagh (Ost.-Ind.), Tlalpujahua (Mex., 1312 t h.) 15.4, Charlottesville (N.-Am.) 15.4? — 3) Perpignan 15.5. — 4) Pamplona (S.-Am.) 16.3. — 5) Ajaccio, George T. (Cap) 16.6. — 6) Bastia, Coimbra, Neu-Seeland (in 31½° s. Br.): 16.7?

| Ort. | N. Br. ° | Lg. P. ° | H. t. | Med. °C. | J. | Ort. | N. Br. ° | Lg. P. ° | H. t. | Med. °C. | J. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Neapel, Stadt | 40.8 | 11.0 - | 38 | 16.9 | 9 | Mahabuleshwur | | | | | |
| BuenosAyres 7) | 34.6s. | 60.7w. | .. | 16.9 | 1½ | Popayan 14) . | 18.0 | 71.2 - | 700 | 18.6 | m. |
| Nangasaki . . | 32.7 | 127.5 ö. | — | 16.9 | 1 | Savannah 15) | 2.4 | 79.0 - | 910 | 18.6 | ? |
| Cordova de Tu- | | | | | | Funchal 16) . | 32.1 | 83.4w. | .. | 18.8 | 4 |
| cuman | 31.2s. | 65.4w. | 300 | 17.1 | 1 | Capstadt 17) . | 32.6 | 19.2 - | — | 19.0 | 8 |
| Laguna, Ten. | 28.5 | 18.6 - | 270 | 17.1 | 8 | Stellenbosch . | 33.9s. | 16.0 ö. | — | 19.1 | 10 |
| Palermo 8, 9) | 38.1 | 11.0 ö. | 38 | 17.2 | 39 | 18) | 34.0s. | 16.5 - | ... | 19.1 | 3 |
| Kathmandu. . | 27.7 | 85.3 - | 720 | 17.3 | 2-3 | Smithville . . | | | | | |
| Zu u. bei Para- | | | | | | Montevideo. . | 34.0 | 80.4w. | ... | 19.3 | 5 |
| matta 10) | 33.8s. | 148.9 - | — | 18.0? | 3½ | N. Orleans . . | 34.9s. | 58.5 - | .. | 19.3 | 1 |
| Smyrna 11, 12) | 38.4 | 24.8 - | .. | 18.2 | 1 | Algier 19) . . | 30.0 | 92.4 - | .. | 19.4 | 4 |
| Bei Natchez . . | 31.6 | 93.7w. | 30 | 18.3 | 13 | Gibraltar . . . | 36.8 | 0.7 ö. | 17? | 19.6 | 2 |
| Cerigo 13) . . | 36.2 | 20.7 ö. | .. | 18.5 | 6 | 20, 21) | 36.1 | 7.7w. | .. | 19.7? | 10 |

7) Graaf Reynet (S.-Afr., 400 th.) 16.8. — 8) Constantine 17.2. — 9) Nangasaki 17.3? (s. o.) — 10) Nicolosi (Sicil.), Charleston (N.-Am.) 18.0. — 11) Gibraltar 18.1? (s. o.) — 12) Messina 18.3. — 13) York (N.-Holld.) 18.5. — 14) Canea 18.6. — 15) Aleppo 18.8. — 16) A. 12 J. (4 ält.) 19.3. — 17) Zwartland (Cap 19.2. — 18) Tulbagh (Cap) 19.3. — 19) Deadwood (St. Hel.) 19.6. — 20) Catani 19.7? Bermudas-I. 19.7. — 21) Baton Rouge (N.-Am.) 20.0.

## Temperatur-Zone von 20°.1 bis 25°.0 C.

| Ort. | N. Br. ° | Lg. P. ° | H. t. | Med. °C. | J. | Ort. | N. Br. ° | Lg. P. ° | H. t. | Med. °C. | J. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Gondar . . . | 12.6 | 35.2 ö. | 1150 | 20.1? | ½ | Mozafferpur**) | 26.1 | 83.1 ö. | .. | 23.1 | 3 |
| Jesup Cant. . | 31.5 | 96.1w. | 23 | 20.2 | 3 | RioJaneiro 10) | 22.9s. | 45.6w. | .. | 23.1 | 8 |
| Tunis . . . . . | 36.8 | 7.8 ö. | — | 20.3 | 3½ | Honoruru . . . | 21.3 | 160.3 - | .. | 23.7 | 2 |
| Cant. Clinch . | 30.4 | 89.6w. | .. | 20.3 | 3 | Bangalore 11) | 13.0 | 75.3 ö. | 455 | 23.7 | 7 |
| Marmato 1) . . | 5.4 | 77.7 - | 730 | 20.4 | 2? | La Plata . . . | 2.5 | 78.2w. | 540 | 23.7 | ? |
| F. St. Philip 2) | 29.5 | 91.7 - | — | 20.7 | 2 | B. Anserma N. | 4.8 | 78.5 - | 538 | 23.8 | ? |
| Fernandina 3) | 30.6 | 84.9 - | — | 21.1 | 2 | Nasirabad 12) | 26.3 | 72.4 ö. | 230 | 24.5 | 4 |
| Vega de Supia | 5.6 | 78.6 - | 628 | 21.5 | 2? | Key West 13) | 24.6 | 84.2w. | — | 24.7 | 7 |
| St. Cruz, Ten. 4) | 28.5 | 18.6 - | — | 21.6 | 2 | St. Louis . . . | 16.0 | 18.9 - | — | 24.7 | 5 |
| Canton*) . . . | 23.1 | 110.9 ö. | — | 21.6 | 3 | Port Louis . . | 20.2s. | 55.1 ö. | — | 24.9 | 9 |
| Caracas 5) . . | 10.5 | 69.4w. | 455 | 22.0 | 1 | Poonah, Dekan | 17 bis | 71 bis | 280 | 24.9 | 5 |
| Cairo 6) . . . . | 30.0 | 28.9 ö. | .. | 22.2 | 1-3 | Plat. | 19.5 | 73.5 ö. | | | |
| | | | | 22.4 | 8? | Gorée 14) . . | 14.7 | 19.8w. | .. | 24.9 | 5 |
| Seharanpur . . | 29.9 | 75.4 - | 160 | 22.4 | ? | Honda . . . . . | 5.2 | 77.4 - | 188 | 24.9 | ? |
| Lima . . . . . | 12.1s. | 79.5w. | 88 | 22.4? | 2½ | Abuscheher . | 28.2 | 48.6 ö. | — | 25.0 | 1 |
| Macao 7) . . . | 22.2 | 114.2 ö. | — | 22.5 | 6 | Futtigurh . . . | 27.4 | 77.2 - | 93 | 25.0 | 2 |
| Pampayaco . . | 9.5s. | 77.2w. | ... | 22.5 | 3/4 | Havanna . . . | 23.2 | 84.7 - | — | 25.0 | 8 |
| Kandy 8) . . | 7.3 | 78.5 ö. | 263 | 22.7 | 5 | St. Dénis, I. de | 20.9s. | 53.2 - | 22 | 25.0 | 2 |
| Ambala 9) . . | 30.4 | 74.4 - | 165? | 22.8 | 3½ | Bourb. | | | | | m. |
| Ubagoy, Cuba | 23.0 | 84.7w. | 48 | 23.0 | 4 | Seringapatam 15) | 12.7 | 74.3 - | 377 | 25.0 | 2 |

1) Ft. cott (N.-Am.) 20.4. Perth (N.-Holld.) 20.4? — 2) Mercara (Ost-Ind.) 20.8 — 3) Las Palmas (Canar.) 21.5. — 4) Ciudad d. l. Palmas (Tener.) 21.8? — 5) C. Brooke (Florid.) 22.0. — 6) St. Augustine u. F. King (Flor.) 22.3. — 7) Government Hill (J. Pulo Penang) 22.5. — 8) Gowhattee (Ost-Ind.) 22.7. — 9) St. Helena 22.8. — 10) Delhi 23.0, Bagdad(?), Goruckpore (Ost-Ind.) 23.2. Mhow (Ost-Ind.) 23.3. — 11) Darwar (Ost Ind.), Stoney H. (Jam.) 23.7. — 12) Juanjuy (S.-Am.) 24.5? — 13) Chandernagor, Veracruz (s. u.) 24.6? — 14) Bahia, Guanabacoa (Cuba) 24.8. — 15) Neiva (S.-Am.) 25.0.

*) Aus 10 J. 1829—38 Beob. der tägl. Extr. von Slade (in einer Verandah) ergiebt sich sogar nur J.: 21.0. W. 12.7, S. 27.8; k. M. 11.4, w. M. 28.3. Canton Reg. Sill. J. v. 38 p. 267. Die 10-jähr. mon. Med. sind meist nur in ganzen Graden F. angegeben!

**) In der Sonne gleichzeitig 24.4.

**Temperatur-Zone von — 25°.2 bis 31.°5 C.**

| Ort. | N. Br. ° | Lg. P. ° | H. t. | Med. ° C. | J. | Ort. | N. B. ° | Lg. P. ° | H. t. | Med. ° C. | J. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ghazipur [1]) . | 25.6 | 83.2 ö. | 63 | 25.2 | . . | Ft. Dundas, . | 11.4s. | 127.7ö. | — | 27.0 | 1? |
| Pt. Antonio . . | 18.3 | 78.7w. | — | 25.3 | 2 | Melv. I. [9]) | | | | | |
| Benares [2]) . . | 25.3 | 80.6 ö. | 50 | 25.4 | 5 | Colombo . . . | 6.9 | 77.7w. | — | 27.0 | 2 |
| Vera Cruz *) . | 19.2 | 98.5w. | — | 25.4 | 13 | Trinconomale. | 8.6 | 79.0 ö. | — | 27.1 | 3 |
| Raiatea . . . . | 16.7s. | 153.8 - | . . | 25.4 | 1½ | RioBerbice [10]) | 6.5 | 59.7w. | . . | 27.2 | 1 |
| Matanzas . . . | 23.0 | 84.0 - | 18 | 25.5 | 3 | F. Royal, [11]) | 14.6 | 63.4 - | . . | 27.2 | m. |
| Guayaquil [3]) . | 2.2s. | 82.3 - | — | 25.6? | ½ | Martin. | | | | | |
| Calcutta . . . | 22.6 | 86.0 ö. | — | 25.7 | 12 | St. Kitt's I. . | 12. | . . . - | . . | 27.2 | ? |
| Bancoorah . . | 23.3 | 84.9 - | 33 | 26.0 | 4 | Anjarakandy . | 11.7 | 73.3 ö. | — | 27.2? | 11½ |
| Tortola . . . . | 18.5 | 67.0w. | 133 | 26.0 | 3 | Buitenzorg . . | 6.8s. | 104.5w. | 115 | 27.2? | 3½ |
| Trevandrum . | 8.5 | 74.7 ö. | 31 | 26.0 | ? | Christianborg | 5.4 | 2.2 - | — | 27.2 | 5 |
| Bombay . . . . | 18.9 | 70.6 ö. | — | 26.0 | 2 | S. Luiz do Ma- | | | | | |
| Jamaica [4]) | | | | | | ranhão . . . . | 2.2s. | 46.6 - | — | 27.2 | 2 |
| Kingston? | 17.8 | 79.0w. | . . | 26.1 | 5 | Nagpur [12]) . | 21.1 | 76.8 ö. | — | 27.3 | 3 |
| Pulo Penang [5]) | 5.4 | 98.0 - | — | 26.4 | 4 | Guinea-Küste | 5.5 | 2.0w. | — | 27.4 | 1½ |
| St. Barthélemy | 17.9 | 63.3w. | . . | 26.5 | 1 | Cumana . . . . | 10.5 | 65.5 - | — | 27.4 | 1 |
| Kobbe. . . . . | 14.2 | 25.8 - | 250 | 26.5 | 2 | Guadeloupe [13]) | 16.0 | 64.1 - | — | 27.5 | m. |
| Paramaribo [6]) | 5.7 | 57.7 - | — | 26.5 | 2½ | Madras [14]) . . | 13.1 | 77.9 ö. | — | 27.8 | 25 |
| Singapore . . | 1.3 | 101.5 ö. | —? | 26.7 | 2 | Karikal . . . . | 10.9 | 77.4 ö. | . . | 27.9 | (25) |
| Am Commewy- | | | | | | Kouka [15]) . . | 13.2 | 12.2 - | 180? | 28.1 | 1½ |
| ne [7]) | 5.6 | 53.0w. | . . | 26.7 | 2 | Rio Hacha [16]) | 11.5 | 75.3w. | — | 28.3 | |
| Brit. Guiana [8]) | 6.0 | ? - | — | 26.9 | ? | Maracaybo . . | 10.6 | 74.2 - | — | 29.0 | 1 |
| Up Park Camp, Jamaica | 18.0 | 79.2 - | 33 | 27.0 | ? | Massaua **) . . | 15.6 | 37.1 ö. | — | 31.5 | 2/3 |

1) Antioquia (S.-Am.) 25.1. Chunar (Ost-Ind.) 25.2. — 2) Cawnpore (Ost-Ind.) 25.4. — 3) Ahmednuggur (Ost-Ind.), Roseau (W.-Ind.), Pernambuco 25.6. Manilla 25.6 (26.3)? Otaheiti 25.7? — 4) Mahé, Timor 26.1? — 5) Malacca 26.3. Barbadoes 26.4. Belize 26.4? — 6) Antigua, Esmeralda (S.-Am.) 26.5? Senegal 26.5.? — 7) Dominica, an d. Guinea-Küste (3½° Br.): 26.6. Trinidad 26.7. — 8) Acapulco 26.8? Batavia 26.8 (27.8)? Puerto Rico, kälteste d. Wind- u. Leeward-Ins. 26.9, El Morro (S.-Am.) 26.9. — 9) Guahan (Austr.) 27.0? — 10) Kingstown (St. Vincent), Panama (?), Starook, Payta, Para (Bras.) 27.1. — 11) Freetown, Sierra-Leone-K., Meta-Steppen (S.-Am.) 27.2. — 12) St. Domingo, St. Thomas 27.3. — 13) S. Carlos (S.-Am.) 27.5. — 14) St. Croix (W.-Ind.) 27.7? Arcot (Ost-Ind.) 27.7. Wärmste der Wind- u. Leeward-Ins. 27.8. — 15) Ualan (Austr.) 28.0? La Guayra 28.1. — 16) Pondichéry 28.6 (29.6)?

*) Vielleicht etwas zu hoch; s. p. 117. d. versch. Corr. — **) Wegen der Unbekanntschaft mit dem Gange der Temperatur in der jährlichen Periode an der Küste von Abyssinien unsicher. Die an einem vollständigen Beobachtungsjahre, Sept. 1831/2. fehlenden 4 Monate sind nach dem Wärme-Gange in Kobbe interpolirt. Mädler berechnet das Mittel zu 31.0. Rüppell's Reise in Abyssinien Th. II.

---

## Anhang: Absolute Extreme der Temperatur.

Die absoluten Schwankungen um die mitgetheilten Temperaturen des Jahres, des Winters und Sommers, wie des kältesten und wärmsten Monats in verschiedenen Ländern zu kennen, ist ebensowohl für die Kenntniss des Klimas einer Erdgegend wichtig, als von Nutzen bei Betrachtung der geographischen Verbreitung der organischen Naturproducte. Wir geben desshalb als Anhang zu jenen Medien eine nach den Erdtheilen geordnete kleine Sammlung solcher Extreme, welche mehr und oft zuverlässigere Angaben, als die von Arago, Muncke u. A. mitgetheilten enthält, und worin ich die zuweilen beträchtlichen Fehler anderwärts durch fast ausschliessliche Benutzung der Original-Quellen oder längerer Beobachtungsreihen vermieden *). Aus mittleren Breiten habe ich verhältnissmässig weniger Punkte aufgenommen, weil hier wegen der grösseren Veränderlichkeit eine sehr lange Beobachtungszeit dazu gehört, die wahren abs. Extreme zu ermitteln. Der Einfluss der Localität, der Instrumente und Beobachtungsstunden veranlasst ausserdem bei solchen Zahlen wohl immer eine gewisse Unzuverlässigkeit. (Die geogr. Lage und Höhe s. meist in den früheren Tabellen, wo auch gewöhnlich der Name des Beobachters zu finden ist.)

*) Eine Tab. der Minima in den heisseren Gegenden der Erde ist von mir im Monatsber. d. Ges. f. Erdkunde zu Berl. 1840. 1. Jahrgg. p. 213 publicirt worden.

## I. Absolute Minima der Temperatur. °C.

Luft: A. Europa. Palermo 0°.0. Nicolosi — 2.2. Lissabon — 2.7. Neapel — 3.9 (—5.0, Tenore). Athen — 4.0. Penzance — 4.4? Rom — 5.9. Pisa — 6.3. Florenz — 8.5. Nizza — 9.6. Toulon — 10.0. Hyèrische Ins. — 11.9, de Beauregard. Avignon — 13.0. Padua — 15.6. La Rochelle, Mailand — 16.3. Turin — 17.8. Reikiavig, Isld. — 20.0. Bei London — 20.6, Howard; Stadt — 11.4, Royal Soc. Frankfurt a. M. — 21.5. Brüssel — 22.5. Kopenhagen, Cuxhafen — 22.7. H. Peissenberg — 22.8. Maestricht — 22.9. Paris — 23.5. Drontheim — 23.7. Strassburg — 25.0. Genf — 25.3. Hamburg, Berlin, Bern, St. Gotthard — 30.0. St. Bernhard — 30.2. Regensburg — 30.5. Warschau, Innsbruck — 31.2. Upsala — 31.7. Stockholm — 32.5. Sagan — 32.6 Wilna — 34.7. Breslau — 35.0. Åbo — 36.0. Astrachan — 36.2. Woronesch — 37.5. Petersburg — 38.6. Tambow — 38.7. Kasan unter — 40.0 *). Moskau — 42.2. Wjätka — 42.5? Ober-Torneå — 50.0? Enontekis, 223ᵗh. — 50.0. Calix, Lappmk. — 55?

B. Asien. J. Pulo Penang 24.4? Singapore, Batavia (?) 21.7. Ceylon-Küste (6—8½° n.) 20.0. Madras 17.8. Pondichéry 13.0. Kandy 250ᵗh. 11.7. Calcutta 11.1. Seringapatam 275ᵗh. 8.9. Chandernagor 7.5. Benares 7.2. Ft. William b. Calcutta 4.7. Ootacamund 1150ᵗh. 3.9. Macao 3.3. Ambala 170ᵗ?h. 0.3. Canton — 2.2. Mussuri 1100ᵗh. — 2.8. Bagdad — 5.0. Peking — 15.6 (—9.8, Fuss). Novaja Semlja (73¾° n. Westk.) — 32.5. Novaja Seml. (Felsenb., Ostk.) — 40.0. Bogoslowsk a. Ural **): das Quecksilber bleibt zuweilen Tage lang im Therm. im festen Zustande (v. Protassoff's MS.-Beob.) Kirghisen-Steppe (48° n. Br.) — 43.9, v. Tschichatscheff. Novaja Semlja (Matotschkin Sch., Westk.) — 46.9, Pachtussow u. Ziwolka. Nis'hne Tagilsk — 51.5, n. Demidoff. Nis'hne Kolymsk — 53.9. Jakuzk***) — 58.0.

C. Africa. St. Dénis, J. d. Bourb. 16.0. Sockatu 15.6. Gorée 15.3. P. Louis, J. d. Fr. 15.0. St. Louis, Seneg. 12.5. St. Helena 11.1. Funchal, Madeira 10.6. Kobbe 7.7 cor. Bornu 5.5 (u. unter 0°). Capstadt 5.0, n. Herschel (1.1? n. Kirwan). Cairo 4.4. Tunis 2.5. Algier — 2.5.

D. America. S. Luis do Maranhão 24.4. Curaçao 23.9. J. Barbadoes 22.2. Maracaybo 21.1? La Guayra 21.0. Cayenne 18.7. J. Guadeloupe 18.5. Jamaica 17.8. J. Martinique 17.1, Chanvalon. Paramaribo 16.1 (21.3 gewöhnl.) Vera Cruz, J. Trinidad 16.0. Lima 13.9. Rio Janeiro 11.4. Galapagos J. 11.1. Caracas 450ᵗh. 11.0. La Havana 7.5, v. Humb. (10.0, R. de la Sagra). Key West, Flor. 6.7. Quito 1490ᵗh. 6.0. Sta. Fé de Bogota, 1350ᵗh. 2.5. Ubagoy auf Cuba 0.0, Robledo. Buenos Ayres — 2.2. N. Orleans — 3.9. Falklands Ins. — 5.6, n. Fitzroy. Tallahassee (Flor., 30½° n.) — 15.6. Savannah — 16.1. Charleston — 16.7. Natchez — 17.8. Sitcha — 20.0. Williamsburg, Richmond — 21.1. Newhaven — 23.0. Cambridge — 24.4. Salem — 25.0. Cincinnati — 27.0. St. Louis, Miss. — 27.7. Marietta — 27.8. Dover — 33.3. Boston, Penetanguishene — 35.6. Ft. Brady — 36.1. Montreal — 37.2. Nain — 37.8. Winter J. — 38.6. Ft. Howard — 38.9. Montpellier (Verm., 44½° n.) — 39.5. Quebek unter — 40.0 †). Anson (Maine) — 40.9. Cumberland-House — 42.2. Grönland, Ort? — 42.5, Gieseke. Igloolik I., u. an d. Hudsons-Bai (Br.?) — 42.8, Mitchel. P. Bowen — 44.2. Melville J. — 48.3. Ft. Enterprise — 49.7. Felix Hafen — 50.3, Ross. Ft. Reliance — 56.7, Back.

E. Australien. Societäts-In. 23.2? Otaheiti 18.3 Ft. Dundas, Melv. J. 17.3. Honoruru 8.9. Sidney — 3.3.

*) Quecksilber gefriert in Jemteland, Umeå u. Röraas; ob auch zu Petersburg?

**) Das Gefrieren des Quecksilbers wurde ebenfalls in Jeniseisk u. Solikamsk von Gmelin, in Irkuzk, Krasnojarsk von Pallas u. A. beobachtet.

***) Hansteen soll (nach Muncke, Gehler's Wört. Art. Temp.) in 55° n. Br. zwischen Krasnojarsk u. Nis'hne Udinsk — 62°.5 C. (?) beobachtet haben.

†) Quecksilber sah man auch gefrieren öfter zu Ft. York (Huds. B.), zu Ft. Albany 52⅓° n.) n. Hutchins u. zu Bangor in Maine 44.8° n., 71.1° w.

## II. Absolute Maxima der Temperatur. °C.

**Meerwasser:** Atlantischer Ozean (3°.1 n. Br.) 29°.2, v. Kotzebue u. Holmfeldt. — Indischer Oz. (6°.1 n. Br. 102° ö. L. P.) 29.2, Meyen. — Grosser Ozean in 2°27′ n. Br. (ö. v. d. Galapagos-J.) 29.3, v. Humboldt; in 4°19′ n., 82°56′ w.; 7° n., 81° w. 29.7, U. Dirckinck v. Holmfeldt; — in 16° n., 113°36′ ö. 30.5, Meyen; — in 2°5′ n., 81°24′ w. 30.6, D. v. Holmfeldt; — in a) 5° s., 152° w. u. b) 19° n., 113° ö. P. 30.4, Beechey; da diese Temp. aber das Max. der täglichen Mittel von 4-ständl. Beob. ist, so darf man als abs. Max. 30½ bis 31° ansehen. *)

**Meeresluft:** Atlant. Ozean 11°12′ n. 29.2, Wales. Südsee 8°55′ s. 30.0, v. Kotzebue. Grosser Oz. 20°10′ n. 30.3, Kotzebue. Moluckenmeer 10°42′ s. 30.6, D'Entrecasteaux. Südchines. M. in 17° n., 117° ö. P. 30.7, Meyen. Grosser Oz. in 4°.7 n., 83°.1 w. 31.0 (in 5°.9 n. 30.5), v. Holmfeldt; a) 5° s., 152° w., b) 19° n., 113° ö. u. c) 14° n., 102° w. P. 31.7, Beechey.

**Boden:** Sierra Leone-K. 59.0, Winterbottom. Granitsand bei den Cataracten des Orinoco 60.3, v. Humboldt. Bei Theben u. d. J. Philae 67.5, n. Nouet.

**Luft im Schatten:** A. Europa. Hecla Cove, Spitzbg. (s. u. Am.) 12.8. St. Gotthard 19.4. St. Bernhard 19.7. Reikiavig, Isld. 20.5. Eyafiord Isld. 20.9. Hindoen, Norweg. 25.0, Schytte. Ob.-Torneå 25.0. Bergen, Enontekis 26.0. Drontheim 28.7. Penzance 28.9. Upsala 30.0? Haarlem 32.0? Edinburgh 32.2. Wilna 32.5? H. Peyssenberg 32.7. Kopenhagen 32.9 (33.4?). Cuxhafen 33.4. Petersburg 33.4 (34.4 bei Cotte), Euler. Franecker 34.0. Mailand 34.4. Åbo (n. Leche), Stockholm, Tilsit, Hamburg, Warschau (n. Mager) 35.0. Brüssel 35.0 (33.7?). Prag 35.4, Struadt. Lüneburg, bei London. Sevastapol 35.6. Kasan, Strassburg 36.0. Moskau, Heidelberg, Bern, Genf, Padua (n. Toaldo) 36.2. Karlsruhe, Mühlhausen (Frkr.) 36.6. Regensburg, Wien, Turin 36.9. Münster, Jena, Frankf. a. M., Innsbruck, Nicolaïeff 37.5. Rom 38.0. Avign. 38.1. La Rochelle 38.2. Paris 38.4, n. Arago. Tambow 38.7. Maestricht, Dresden, Lissabon (40?): 38.8. Würzburg 39.1. Berlin 39.3 (37.5). Stuttgart 39.4. Palermo 39.7 (41.7). Athen 40.6, n. Peytier.

B. Asien. Felsenb., Nov. Seml. 10.0. Matotschkin Sch., N. Seml. 13.7. Ebd. 74° Br.: 18.1. Nis'hne Kolymsk 22.5. Ootacamund 1150 t h. 25.0. Mussuri 980 t h. 25.6. Irkuzk 210 t h. 27.5? Jakuzk 30.0. Singapore 31.7. J. Pulo Penang 32.2. Ceylon, Küste 32.8. Bogoslowsk a. Ural 33.0, Protassoff. Malabar-Küste (in 12° n. Br.) 33.9. Ambala (170 t? h.) 34.4. Macao 34.6. Canton 35.6. Nangasaki 36.7. Calcutta 37.2. Tobolsk über 37.5. Beit el Fakih (14° n., Arab.) 38.3, Niebuhr. Madras 40.3, Goldingham. Chandernagor 40.6. A. Beema-Fl. (480 t h., Dekan) 40.6, Sykes. Pondichéry 41.1 (44.7? Le Gentil). Goruckpore 42.2. Bei Akaba 42.5, Rüppell. Peking 43.1 (39.3 Fuss). Kisslar a. Terek 43.7, v. Steven. Im rothen Meere 44—45°, Tuckey. Benares 44.6 (d. Mittel des tägl. Max. in einem Mon. betrug noch 40.8, zu Mozafferpur sogar 42.6). Ebene v. Peschawer 45.0, Elphinstone. Bassora 45.3, Beauchamp. Seringapatam 375 t h. 46.1. Bagdad 48.9. Bir el Barut (21½° n., Tehama, Arab.) 50.0, Tamisier. Mascate (46.1, Ruschenberger) im Juni 1821 über 50° (um Mitternacht noch 40.0). Abu-Arich (Arab.) 52.5, Tamisier.

C. Africa. Jamestown, St. Helena 27.8. Funchal, Mad. 29.4. Gran Canaria 31.7. J. de France 32.7. St. Louis, Sen. 35.0. Sierra Leone, St. Dénis a. J. de Bourb. 37.5. Algier 38.0, Bérard. Capstadt 38.6, Herschel (43.7? la Caille). Richard Tol 40.0. Bakel 40.3. Cairo 40.9, Nouet. Kouka 42.7. J. Philae 42.9, Nouet. Sockatu 43.3, Clapperton. Tunis

---

*) Livingston beobachtete im mexikan. Meerbusen, in 26.½° n., 91° w. P., 31°.1.

44.7. Nubien (15° n. Br.) 46.2, Russegger. Aine Dize (27° n. Br., U.-Aegypt.) 46.7, Browne. Ambukol (18° n., Dongola) 46.9, Rüppell. Esne 47.4, (55°) Burckhardt Chendi (16½ n., Senn.) 48.3, Bruce. Bei Essuan 51.7; b. Suez 52.5, franz. Exped. b. Syene 54.0? Murzuk 56.2, Lyon u. Ritchie.

D. America. Bei Spitzbergen (79°.1 n. Br.) 8.9. Winter-J. 10.0. P. Bowen 10.6. Igloolik-J. 15.0. Melville-J. 15.6. Felix Hafen 21.1. Quito 1495th. 22.0. Falklands-J. 26.7, n. Fitzroy. Ft. Franklin 26.7. Nain, Labr. 28.9, de la Trobe. J. Barbadoes 30.0. Grönland, Ort? 31.2, Gieseke. Demerary 31.7. Key West 32.2. Surinam 32.3. La Havana 32.3 (Robledo beob. zu Ubagoy 34.4). Tortola, Curaçao u. Cumaná 32.8. Penetanguishene, St. Luis do Maranhão 33.3. J. Dominique 33.4. Trinidad 33.9. Natchez, Rio Janeiro, Paramaribo 34.4. Marietta, Martinique 35.0. Vera Cruz, Buenos Ayres 35.6. Ft. Chepewyan 36.1. J. Bartholomeus 36.4. Montreal, Boston, Williamsburg 36.7. Brunswick, Maine 36.9. Baton Rouge, Maracaybo 37.2. Dover 37.5. Ft. Howard 37.8. Salem 38.3. Charleston (32¾° n.) 38.3. Aequator 38.4, v. Humboldt. Boston 38.9. J. Guadeloupe 39.3? Lachenaie (38.4, Le Gaux). Ober-Canada (42° n. Br.) 39.4. F. Columbus 40.0. Cincinnati 42.0. Council Bluffs 42.2, Gale. Thal v. Upar (Columb.) 42.2, Col. Hall.

E. Australien. Honoruru (Sandw.-J.) 31.1. Otaheiti 32.2. Ft. Dundas (Melv.-J.) 37.8. Sidney, Perth (Austr.) 41.1 (Sidney n. Nicholas 45.6?). Am Fl. Macquarie 53.9, Sturt.

# W i n d.

---

## 1. Mittlere Richtung.

Gemässigte Zone. Die Annahme einer in allen Theilen der gemässigten Zone vorherrschenden westlichen mittleren Windesrichtung und zwar einer mehr südwestlichen in der nördlichen gemässigten Zone und einer nordwestlichen in der südlichen gründet sich ausser dem Zeugniss der Seeleute vorzugsweise auf die Berechnung der mittleren Windesrichtung europäischer Orte und der von Lovell bekannt gemachten Beobachtungen der Militairstationen der Vereinigten Staaten. Die geringe Anzahl der letztern liess eine Vervollständigung derselben wünschen, welche durch die Beobachtungen des Staates New-York nun gegeben ist. In der foldenden Tafel habe ich die meteorologischen Constanten dieses Staates zusammengestellt. Alle Maasse sind englisch. Der neben dem Ortsnamen stehende Exponent bezeichnet die Zahl der Jahre, aus welcher die mittlere Temperatur bestimmt ist. Die Berechnung der mittleren Windesrichtung ist von Coffin entlehnt aus dem 53sten Jahresbericht der Regents of the University of the State of New-York p. 232. Die den Windzeichen folgende St. überschriebene Columne bezeichnet die Stärke auf 100 als Einheit bezogen.

## Meteorologische Constanten des Staates New-York 1826—1830.

| | Breite | Länge | Höhe | Tmp. | Reg. | mittl. Windesr. | N | NO | O | SO | S | SW | W | NW | St. | Anz. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Albany [14]) | 42° 39′ | 73° 44′ | 130′ | 48.24 | 40.″35 | S 63° 5′ W | 1070 | 398 | 103 | 702 | 3010 | 776 | 1418 | 2019 | 30. | 9496 |
| Auburn [12]) | 42° 55′ | 76° 28′ | 650 | 47 11 | 31.15 | S 74° 55′ W | 769 | 243 | 107 | 617 | 1451 | 1017 | 749 | 1623 | 30. | 6576 |
| Bridgewater [4]) | 42° 55 | 75° 17 | 1286 | 42.66 | 43.35 | S 59° 57′ W | 88 | 37 | 116 | 117 | 775 | 438 | 431 | 418 | 32.5 | 7306 |
| Buffalo [2]) | | | | 46.19 | 27.27 | S 42° 40′ W | 33 | 193 | 123 | 137 | 107 | 567 | 152 | 150 | 52. | 2920 |
| Cambridge Washington [13]) | 43° 1′ | 73° 23 | | 45 35 | 40.14 | S 84° 41′ W | 1783 | 191 | 50 | 139 | 1825 | 1316 | 990 | 1012 | 30.5 | 1462 |
| Canajoharie [3]) | 42° 53′ | 74° 35′ | 284 | 45.77 | | N 84° 14′ W | 8 | 1 | 182 | 292 | 40 | 72 | 401 | 464 | 27. | 1460 |
| Canandaigua [12]) | 42° 50′ | 77° 15′ | | 46.01 | 37.14 | S 62° 50′ W | 253 | 120 | 121 | 241 | 1762 | 899 | 2340 | 838 | 54. | 6576 |
| Cayuga [5]) | 42° 43′ | 76° 37′ | | 48.43 | 32.59 | S 52° 40′ W | 820 | 20 | 23 | 118 | 1610 | 119 | 420 | 522 | 26. | 3652 |
| Cherry Valley [11]) | 42° 48′ | 74° 47′ | 1335 | 42.28 | 41.48 | S 73° 53′ W | 287 | 442 | 330 | 206 | 948 | 1357 | 2145 | 861 | 46. | 6876 |
| Cilnton [13]) | 41° 00 | 70° 19′ | 16 | 48.03 | 38.27 | S 74° 47′ W | 490 | 932 | 943 | 868 | 988 | 1309 | 836 | 1670 | 9.5 | 8036 |
| Cortland [7]) | 42° 38′ | 76° 11 | 1096 | 43.78 | | S 68° 41′ W | 24 | 20 | 0 | 257 | 1196 | 753 | 602 | 1542 | 50. | 4384 |
| Delavare [3]) | 42° 16′ | 74° 58′ | 1384 | 46.10 | 35.45 | S 58° 59′ W | 88 | 48 | 47 | 43 | 151 | 134 | 158 | 61 | 29.5 | 730 |
| Dutchess [9]) | 41° 41′ | 73° 57′ | | 52.02 | 41.22 | S 12° 50′ W | 824 | 636 | 104 | 1463 | 874 | 873 | 221 | 851 | 11.5 | 5846 |
| Erasmus Hall [11]) | 40° 37′ | 73° 58′ | 40 | 51.19 | 43.81 | N 75° 57′ W | 554 | 1170 | 138 | 668 | 555 | 1963 | 721 | 2267 | 29. | 8036 |
| Farmers Hall [5]) | 41° 20′ | 74° 11 | 425 | 46.76 | 33 08 | S 60° 33′ W | 49 | 145 | 48 | 91 | 149 | 526 | 286 | 166 | 26.5 | 6576 |
| Fairfield [10]) | 43° 5′ | 74° 55′ | 1185 | 43.57 | 32.80 | N 55° 51′ W | 84 | 85 | 1111 | 952 | 181 | 290 | 1190 | 2683 | 44. | 1460 |
| Fredonia [9]) | 42° 26′ | 79° 24′ | 645 | 47.47 | 36.38 | S 64° 42′ W | 521 | 373 | 202 | 393 | 902 | 1414 | 1494 | 545 | 40.5 | 5844 |
| Franklin (Pratsbugh) [3]) | 44° 42′ | 73° 25′ | | 42.26 | 29.85 | S 76° 46′ W | 69 | 32 | 6 | 11 | 167 | 121 | 197 | 127 | 47.5 | 730 |
| Franklin (Malone) [1]) | | | | 43.22 | 22.35 | | | | | | | | | | | |
| Gaines [1]) | 43° 17′ | 78° 15′ | | 46.50 | 37 55 | | | | | | | | | | | |
| Gouverneur higshevl [9]) | 44° 25′ | 75° 35′ | 490 | 42.73 | 28.83 | S 76° 24′ W | 267 | 423 | 98 | 141 | 454 | 1405 | 847 | 747 | 61.5 | 4382 |
| Granville [4]) | | | | 44.63 | 27.78 | S 88° 9′ W | 1013 | 91 | 24 | 110 | 505 | 879 | 153 | 147 | 24.5 | 2922 |
| Greenville [1]) | | | | 48.05 | 35.53 | N 34° 16′ W | 15 | 65 | 26 | 238 | 17 | 39 | 45 | 285 | 8. | 730 |
| Hamilton [10]) | | | | 44 30 | 37 56 | S 79° 50′ W | 398 | 141 | 37 | 225 | 984 | 1657 | 526 | 1878 | 47.5 | 5846 |
| Hartwick [11]) | 42° 38′ | 75° 1′ | 1100 | 45.46 | 37.13 | S 59° 20′ W | 276 | 90 | 102 | 233 | 2060 | 588 | 1046 | 1447 | 43. | 5842 |
| Hudson [8]) | 42° 15′ | 73° 45′ | 150 | 48.09 | 39.32 | S 79° 28′ W | 1430 | 362 | 167 | 832 | 1571 | 203 | 451 | 828 | 3. | 5844 |
| Ithaca [9]) | 42° 27′ | 76° 30′ | 417 | 47.76 | 29.33 | S 62° 27′ W | 892 | 247 | 180 | 570 | 1501 | 286 | 393 | 1045 | 13. | 5114 |
| Johnstown [8]) | 43° 00 | 74° 23′ | | 44.91 | 40.02 | N 89° 18′ W | 38 | 433 | 932 | 333 | 49 | 433 | 3239 | 389 | 40.5 | 5846 |

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Lewiston[7]) | 43° 9' | 79° 10' | 250 | 47.69 | 22.25 | S 45° 58' W | 414 | 391 | 262 | 356 | 776 | 1897 | 637 | 381 | 39.5 | 5114 |
| Lowille[1]) | 43° 47' | 75° 33' | 800 | 44.03 | 33 84 | S 89° 31' W | 1033 | 174 | 107 | 768 | 1089 | 534 | 918 | 1210 | 23.5 | 5851 |
| Middleburgy[11]) | 42° 49' | 78° 10' | 800 | 47.43 | 31.13 | S 72° 31' W | 735 | 377 | 66 | 84 | 141 | 3542 | 776 | 853 | 36. | 6574 |
| Monroe[3]) | 43° 6' | 77° 39' | 600 | 45.84 | 27.30 | S 44° 19' W | 144 | 67 | 84 | 70 | 376 | 378 | 192 | 151 | 38. | 1462 |
| Montgomery[13]) | 41° 32' | 74° 0' | | 47 70 | 35.04 | N 84° 25' W | 799 | 794 | 214 | 370 | 1052 | 1075 | 1670 | 1332 | 32. | 7306 |
| Mount Pleasant[6]) | 41° 9' | 73° 47' | | 49.05 | 38.60 | N 83° 18' W | 605 | 378 | 119 | 320 | 915 | 647 | 221 | 1177 | 20.5 | 4382 |
| Newburgh[11]) | 41° 30' | 74° 5' | 150 | 48.99 | 37 18 | S 61° 9' W | 467 | 1134 | 52 | 259 | 1000 | 1559 | 599 | 776 | 23.5 | 5846 |
| North Salem[6]) | 41° 20' | 74° 37' | 170 | 48.25 | 38.62 | N 62° 47' W | 259 | 762 | 300 | 567 | 245 | 911 | 611 | 1457 | 23. | 5112 |
| Ordensburg[1]) | 44° 43' | | | 43.49 | 24.61 | S 58° 34' W | | | | | | | | | 29.5 | |
| Oneida Conferenz[10]) | 42° 37' | 75° 46' | 1250 | 43.64 | 37.19 | S 87° 52' W | 170 | 113 | 104 | 268 | 933 | 1125 | 923 | 2206 | 30. | 5842 |
| Oneida Institut[6]) | 43° 7' | 75° 14' | | 44.16 | 26.87 | S 89° 33' W | 180 | 54 | 831 | 153 | 257 | 246 | 1488 | 443 | 27.5 | 3652 |
| Oysterbay[2]) | 40° 50' | 73° 49' | | 50.81 | 42 29 | S 83° 27' W | 42 | 316 | 35 | 157 | 107 | 378 | 78 | 347 | 38. | 6538 |
| Onondaga[11]) | 42° 59' | 76° 6' | | 47.81 | 31.37 | S 67° 8' W | 393 | 193 | 187 | 467 | 1824 | 464 | 1618 | 1392 | 45.5 | 6574 |
| Oxford[10]) | 42° 28' | 75° 32' | 961 | 44.78 | 34.61 | S 88° 38' W | 851 | 383 | 110 | 96 | 968 | 1341 | 1707 | 1118 | 15. | 1460 |
| Palmyra[1]) | 43° 5' | 77° 16' | 450 | 45.32 | 25.55 | S 69° 7' W | 44 | 54 | 19 | 145 | 38 | 163 | 118 | 149 | 26. | 730 |
| Pompey[13]) | 42° 56' | 76° 5' | 1300 | 47.63 | 29.33 | S 64° 17' W | 124 | 103 | 51 | 739 | 1247 | 2270 | 1710 | 1807 | 54. | 8051 |
| Redhook[9]) | 42° 2' | 73° 56' | | 47.63 | 37.10 | S 82° 13' W | 1830 | 516 | 368 | 536 | 1966 | 180 | 171 | 277 | 10.5 | 5844 |
| Rensselaer Oswego[3]) | 43° 27' | 76° 14' | 334 | 44.29 | 34.82 | S 57° 24' W | 120 | 72 | 31 | 242 | 231 | 266 | 224 | 274 | 38.5 | 1460 |
| Rochester[8]) | 43° 8' | 77° 51' | 506 | 46.58 | 27.94 | N 89° 32' W | 358 | 492 | 220 | 349 | 346 | 1087 | 1221 | 939 | 8. | 5112 |
| St. Lawrence[12]) | 44° 40' | 75° 1' | 394 | 43.24 | 27.89 | S 66° 59' W | 521 | 972 | 56 | 194 | 1136 | 2589 | 617 | 1321 | 36. | 7306 |
| Schenectady[5]) | 42° 48' | 73° 55' | | 46.24 | 39 33 | N 73° 42' W | 84 | 93 | 41 | 196 | 223 | 65 | 228 | 532 | 29. | 1462 |
| Springville[2]) | 43° 30' | | | 47.57 | 37 44 | N 81° 4' W | 24 | 69 | 7 | 24 | 36 | 143 | 224 | 203 | 55. | 730 |
| Union[6]) | 43° 45' | 76° 10' | | 45.38 | 27.31 | S 64° 56' W | 388 | 507 | 125 | 239 | 923 | 814 | 819 | 553 | 28.5 | 4368 |
| Union Hall[14]) | 40° 41' | 73° 56' | | 49.54 | 39.72 | N 70° 32' W | 505 | 1226 | 334 | 796 | 885 | 1737 | 583 | 2785 | 24. | 8764 |
| Utica[14]) | 43° 6' | 75° 13' | 173 | 45.33 | 39.14 | S 61° 41' W | 8 | 55 | 1963 | 919 | 295 | 852 | 4491 | 170 | 33.5 | 8753 |
| Washington[3]) | 43° 45' | 73° 30' | | 46.39 | | S 62° 22' W | 165 | 155 | 4 | 19 | 188 | 679 | 91 | 162 | 23. | 1463 |
| Staat New-York | | | | | | | 26454 | 18298 | 11470 | 19292 | 46514 | 47484 | 46542 | 51058 | | |

Bestimmt man für die einzelne Jahrgänge für den ganzen Staat die mittlere Richtung und die Resultante in Hunderttheilen, so erhält man:

| | Richtung | Result. |
|---|---|---|
| 1826 | S 68° 38′ W | 30. |
| 1827 | S 86 15 W | 31.5 |
| 1828 | S 62 44 W | 35. |
| 1830 | S 79 43 W | 27. |
| 1831 | S 76 42 W | 35.5 |
| 1832 | S 69 33 W | 29. |
| 1833 | S 74 50 W | 29. |
| 1834 | S 80 12 W | 28. |
| 1835 | S 72 53 W | 33.5 |
| 1836 | S 76 55 W | 22.5 |
| 1837 | S 85 2 W | 29. |
| 1838 | S 85 26 W | 33. |
| Mittel | S 76° 54′ W | 30. |

In einer besondern Schrift „über die nicht periodischen Aenderungen der Temperaturvertheilung auf der Oberfläche der Erde. Berlin 1840. 4." habe ich gezeigt, dass, wenn zu einer bestimmten Zeit in Europa eine für die Jahreszeit unverhältnissmässig hohe oder niedrige Temperatur sich zeigt, in Amerika in der Regel der Ausschlag in entgegengesetztem Sinne stattfindet, wonach wahrscheinlich wird, dass in kürzeren Zeitabschnitten die Windesrichtungen der beiden Continente unter derselben Breite nicht übereinstimmen. Nun wird nach den Berechnungen von Schouw, Schübler, Kämtz und mir in Europa die mittlere Windesrichtung vom Winter nach dem Sommer hin immer nördlicher. Diess ist in Amerika grade entgegengesetzt. Wenigstens finde ich nach Berechnung des einzigen mir zugänglichen längeren Beobachtungsjournals von Cambridge in Massaschusets, 1791—1812, Süd als Nullpunkt gerechnet und den Winkel nach West gezählt:

| | | |
|---|---|---|
| Winter | 113° | 41′ |
| Frühling | 50 | 26 |
| Sommer | 41 | 12 |
| Herbst | 118 | 19 |

Viele Naturforscher nehmen an, ohne Gründe für diese Behauptung anzuführen, dass auch in der gemässigten Zone in den höheren Gegenden der Atmosphäre die Luft in einer der untern Richtung entgegengesetzten ströme. Diess wird durch die Beobachtungen von Redfield in New-York nicht bestätigt. Er fand

ämlich 1833—1839 durch Vergleichung der Windfahne mit der
Richtung der höchsten Wolken unter 1000 Richtungen

| | oben | unten |
|---|---|---|
| N u. NO | 53 | 216 |
| O u. SO | 24 | 127 |
| S u. SW | 565 | 382 |
| W u. NW | 358 | 275 |

ie südwestliche Windesrichtung also noch entschiedener in der öhe, wobei aber doch zu bemerken, dass, wenn bei vollkommen urchgedrungenem nördlichen Strome dieser bei heiterm Wetter urch die ganze Atmosphäre herrscht, alle Beobachtungen während esselben nur der Windfahne zu Gute kommen, nicht aber an en Wolken beobachtet werden können.

Heisse Zone. Dass der obere entgegengesetzte Strom in er Passatzone ebenfalls nicht so regelmässig sei als man animmt, geht daraus hervor, dass bei dem Ausbruche des Cosiguina n Januar 1835 die Asche sowohl 800 englische Meilen östlich uf Jamaica niederfiel, als auch 700 Meilen westlich auf das Schiff onway im stillen Ozean unter 7° N. B. und 105° W. L. (Silman. Journ. vol. 33 no. 1.)

Kalte Zone. Bei der geringen Anzahl lange fortgesetzter eobachtungsjournale aus der Nähe der kalten Zone ist das von er Dänischen Akademie bekannt gemachte Beobachtungsjournal on Reikiavig in Island unter 64° 9′ N. B. besonders wichtig. ach Holmstedt's Berechnung der Beobachtungen von Thornstenn ist hier die mittlere Windesrichtung bei auffallend niedrigem arometer das ganze Jahr hindurch NO, ausser im Mai, wo e NW ist.

## 2. Drehung des Windes.

In Pogg. Ann. 36 p. 321 habe ich aus dem bei der Theorie er Passate von Hadley zuerst geltend gemachten Principe des influsses der Drehung der Erde auf Ströme, die nicht in Parallkreisen laufen, eine allgemeine Windtheorie entwickelt, aus elcher das Drehungsgesetz als allgemeiner Fall, und als speziellere e Moussons und Passate folgen. In dieser Theorie sind statt nes Stroms mit unveränderlichem Anfangspunkte, wie ihn Hadley nimmt, zwei einander verdrängende mit veränderlichem Anfangsunkte betrachtet. Von dieser Theorie behauptet Dalton (Phil.

Mag. ser. 3. vol. 11. p. 390), dass er sie bereits im Jahr 1793 gegeben habe. Da aber in seinem Werke nicht einmal eine entfernte Andeutung des Drehungsgesetzes sich findet, sondern nur eine unausgeführte Darstellung der von Hadley bereits 1735 viel bestimmter entwickelten Passattheorie, so ist die Veranlassung zu Daltons Bemerkung nicht einzusehn, da bei den Windtheorien gar kein Grund vorhanden ist, Daltons Namen zu erwähnen. Ich finde aber, dass Kant in der 1802 erschienenen physikalischen Geographie sehr nahe an der richtigen Erklärung der Drehung war, nur leitet er die Verwandlung des N in NO und O von dem unrichtigen Principe von Halley ab. Die gewöhnliche Art die regelmässige Drehung dadurch zu bezeichnen, dass man sagt: der Wind geht mit der Sonne (αἱ δε περιστάσεις γινονται κατὰ τὴν τοῦ ἡλιου μεταστασιν, wie Aristoteles sich ausdrückt) verleitet ihn zu der falschen Vermuthung, dass dieses Gesetz vom Laufe der Sonne herrühre (p. 283). Kants allgemeine Theorie verhält sich demnach zur Halleyschen Passattheorie, wie meine allgemeine Theorie zur Hadleyschen Passattheorie. Die Unabhängigkeit der Drehung des Windes von der täglichen Periode habe ich schon 1827 bewiesen. Daraus folgt indirect die Unrichtigkeit der Kantischen Erklärung.

Die Grundbestimmungen der Theorie, deren weitere Ausführung in meinen „meteorologischen Untersuchungen" p. 175—196 nachzulesen, sind folgende:

Die Rotationsgeschwindigkeit der einzelnen Punkte der Oberfläche der Erde verhält sich wie die Halbmesser der Parallelkreise, unter welchen sie liegen, sie nimmt also zu von den Polen, wo sie Null ist, bis zum Aequator, wo sie am grössten ist. Im Zustande der Ruhe nimmt die Luft Theil an der Drehungsgeschwindigkeit des Ortes, über welchem sie sich befindet. Wenn sie daher durch Temperaturdifferenz oder irgend eine andere Ursache ein Bestreben erhält, in einem Parallelkreise zu fliessen, so wird die Drehung der Erde durchaus keinen Einfluss auf sie äussern, weil die Punkte der Oberfläche, zu welchen die strömende Luft gelangt, genau dieselbe Drehungsgeschwindigkeit haben als die Punkte, welche sie verlassen hat. Wird aber Luft durch irgend eine Ursache von den Polen nach dem Aequator getrieben, so kommt sie von Orten, deren Rotationsgeschwindigkeit gering ist, nach Orten, an welchen sie grösser ist. Die Luft dreht sich also

dann mit einer geringeren Geschwindigkeit nach Osten, als die Orte, mit welchen sie in Berührung kommt, sie scheint daher nach entgegengesetzter Richtung, d. h. von Ost nach West zu fliessen. Die Ablenkung des Windes von der anfänglichen Richtung wird desto grösser sein, je mehr sich bei gleichbleibender fortrückender Bewegung die Drehungsgeschwindigkeit des Ausgangspunktes unterscheidet von der Drehungsgeschwindigket des Ortes an welchem der Wind beobachtet wird, d. h. je grösser der Unterschied der geographischen Breite beider Orte ist. Daraus folgt:

1) auf der nördlichen Halbkugel gehen Winde, welche als Nordwinde entstehen, bei dem allmäligen Fortrücken durch NO. immer mehr in O. über.

Denken wir uns nun Orte

$$\begin{array}{l} A\ A_{,}\ A_{,,}\ A_{,,,}\dots \\ B\ B_{,}\ B_{,,}\ B_{,,,}\dots \\ C\ C_{,}\ C_{,,}\ C_{,,,}\dots \\ D\ D_{,}\ D_{,,}\ D_{,,,}\dots \end{array}$$

so gelegen, dass von den unter demselben Meridian liegenden $A$, $B$, $C$, $D$ der Ort $A$ der nördlichste und $D$ der südlichste ist, von den in den demselben Parallel $A$, $A_{,}$, $A_{,,}$, $A_{,,,}$ gelegenen $A$ der westlichste, $A_{,,,}$ der östlichste, und die ganze zwischen $AA_{,,,}$ und $DD_{,,,}$ enthaltene Luftmasse durch irgend eine Ursache von Norden nach Süden in Bewegung versetzt, so wird, wenn die von $CC_{,,,}$ ausgegangene Luft noch ziemlich als Nord in dem Parallel $DD_{,,,}$ ankommt, die von $BB_{,,,}$ abgegangene schon als Nordost eintreffen, während die von $AA_{,,,}$ ankommende noch mehr als Ostwind erscheinen wird. F ü r e i n e n i n $DD_{,,,}$ b e f i n d l i c h e n B e o b a c h t e r w i r d a l s o d i e W i n d f a h n e s i c h a l l m ä l i g v o n N o r d d u r c h N o r d o s t n a c h O s t g e d r e h t h a b e n.

2) auf der südlichen Halbkugel gehen Winde, welche als Südwinde entstehen, bei dem allmäligen Fortschreiten durch SO. immer mehr in Ostwinde über.

Bezeichnen daher

$$\begin{array}{l} d\ d_{,}\ d_{,,}\ d_{,,,}\dots \\ c\ c_{,}\ c_{,,}\ c_{,,,}\dots \\ b\ b_{,}\ b_{,,}\ b_{,,,}\dots \\ a\ a_{,}\ a_{,,}\ a_{,,,}\dots \end{array}$$

Orte, von denen die unter dem Parallelkreis $a\,a_{,,,}$ liegenden die südlichsten sind, die im Parallel $dd_{,,,}$ die nördlichsten, so wird

ein in $dd_{,,,}$ befindlicher Beobachter die Windfahne von Süd durch Südost allmälig in Ost übergehen sehen.

Ist auf der nördlichen oder südlichen Halbkugel auf diese Art ein östlicher Wind entstanden, so wird dieser die Parallelen $DD_{,,,}$ und $dd_{,,,}$ durchlaufen, ohne irgend von der Rotation der Erde modificirt zu werden.

Dauert die Ursache, welche die Luft nach dem Aequator trieb, fort, so wird der entstandene Ostwind hemmend auf den Strom wirken. Durch ein Hemmen der Strömung wird die Luft bald die Rotationsgeschwindigkeit des Ortes annehmen, über welchen sie sich befindet, sie wird zu demselben in einen Zustand relativer Ruhe treten. Bei fortdauernder Tendenz nach dem Aequator zu strömen werden also sich genau dieselben Erscheinungen wiederholen, welche wir eben betrachtet haben.

Wir wollen nun annehmen, dass, nachdem Polarströme eine Zeit lang geherrscht haben, Aequatorialströme eintreten.

In der nördlichen Halbkugel wird ein eintretender Südwind den mehr oder weniger östlich gewordenen Polarstrom durch eine Drehung im Sinne O. SO. S. verdrängen, in der südlichen der als Nordwind eintretende Aequatorialstrom den mehr oder minder östlich gewordenen Polarstrom aus O. durch NO. in Nord verwandeln.

In dem Parallel $DD_{,,,}$ der nördlichen Erdhälfte wird also die bisher beobachtete Veränderung im Ganzen sein:

N. NO. O. SO. S.

In dem Parallel $dd_{,,,}$ der südlichen Erdhälfte hingegen gerade die entgegengesetzte:

S. SO. O. NO. N.

Luft, welche von dem Aequator nach den Polen abfliesst, kommt von Orten mit grösserer Drehungsgeschwindigkeit nach Orte hin, welche sich langsamer nach Ost bewegen. Daraus folgt:

3) auf der nördlichen Erdhälfte geht ein südlicher Wind bei seinem Fortschreiten allmälig immer mehr durch SW. in West über;

4) auf der südlichen Erdhälfte geht ein nördlicher Wind bei seinem Fortschreiten allmälig immer mehr durch NW. in West über.

Bezeichnen

$D\ D_{,}\ D_{,,}\ D_{,,,} \ldots$
$E\ E_{,}\ E_{,,}\ E_{,,,} \ldots$
$F\ F_{,}\ F_{,,}\ F_{,,,} \ldots$
$G\ G_{,}\ G_{,,}\ G_{,,,} \ldots$

Orte der nördlichen Hemisphäre, von denen die im Parallelkreis $GG_{,,,}$ die südlichsten sind, so wird, wenn die ganze zwischen $DD_{,,,}$ und $GG_{,,,}$ befindliche Luftmasse sich von Süden nach Norden in Bewegung setzt, ein in $DD_{,,,}$ befindlicher Beobachter, wenn er die von $EE_{,,,}$ ankommende Luft noch ziemlich als Süd erhält, die von $FF_{,,}$ eintreffende mehr als SW., die aus $GG_{,,,}$ mehr als West beobachten.

Bezeichnen eben so:

$g\ g_{,}\ g_{,,}\ g_{,,,} \ldots$
$f\ f_{,}\ f_{,,}\ f_{,,,} \ldots$
$e\ e_{,}\ e_{,,}\ e_{,,,} \ldots$
$d\ d_{,}\ d_{,,}\ d_{,,,} \ldots$

Orte der südlichen Halbkugel, und zwar $gg_{,,,}$ die nördlichsten, $dd_{,,,}$ die südlichsten, so wird, wenn die Luft zwischen beiden Parallelen sich nach dem Südpole in Bewegung setzt, ein in $dd_{,,}$ befindlicher Beobachter, wenn er die Luft aus $ee_{,,,}$ noch als Nord erhielt, die aus $ff_{,,,}$ mehr als NW., die aus $gg_{,,,}$ mehr als West beobachten.

Ein West wird in beiden Hemisphären auf neue Aequatorialströme hemmend wirken und sie zu relativer Ruhe bestimmen. Bei fortdauernder Tendenz nach dem Pole hin wird also die Erscheinung sich immer wiederholen, bis neue Polarströme den West in der nördlichen Hemisphäre durch NW. in N., in den südlichen durch SW. in Süd verwandeln werden.

Dies giebt:

für die nördliche Halbkugel die Veränderung S. SW. W. NW. N.
für die südliche Halbkugel hingegen N. NW. W. SW. S.

Aus der Gesammtheit der betrachteten Erscheinungen folgt also

*A*) In der nördlichen Erdhälfte dreht sich der Wind, wenn Polarströme und Aequatorialströme mit einander abwechseln, im Mittel im Sinne S. W. N. O. S. durch die Windrose, und zwar springt er zwischen S. und W., und zwischen N. und O. häufiger zurück, als zwischen W. und N. und zwischen O. u. S.

*B*) In der südlichen Erdhälfte dreht sich der Wind, wenn Polarströme und Aequatorialströme mit einander abwechseln, im

Mittel, im Sinne S. O. N. W. S. durch die Windrose, und zwar springt er zwischen N. und W. und zwischen S. und O. häufiger zurück als zwischen W. und S. und zwischen O. und Nord.

Daraus folgt:

a) wo in der tropischen Zone nur Polarströme an der Oberfläche herrschen, giebt es gar keine vollständige Drehung, sondern eine der Entfernung des Beobachtungsortes von der äusseren Gränze des Stromes proportionale unveränderte Ablenkung, welche sich nur etwas modificirt durch die Veränderung jener Gränze in den Jahreszeiten. Diess sind die Passate;

b) wo in der tropischen Zone, durch die eigenthümliche Vertheilung des Festen und Flüssigen, im Jahr einmal ein südlicher Strom mit einem nördlichen abwechselt, giebt es nur eine Drehung im ganzen Jahr. Diess sind die Moussons;

c) in den gemässigten und wahrscheinlich auch in den kalten Zonen, wo Aequatorialströme fortwährend mit Polarströmen abwechseln, dreht sich der Wind im Mittel, und zwar öfters in einem bestimmten Sinne durch die Windrose, in der nördlichen Halbkugel aber gerade im entgegengesetzten Sinne als in der südlichen. Dies ist die Erscheinung, welche ich das Gesetz der Drehung genannt habe.

Man sieht also, dass die Windverhältnisse der Tropen der einfachste Fall des Drehungsgesetzes sind.

Die vorhergehende Erörterung ist durchaus unabhängig von der Art, wie wir uns die Entstehung der Bewegung der zwischen den betrachteten Parallelen enthaltenen Luftmasse denken, ob gleichzeitig in allen Punkten desselben Meridians, oder successiv durch Saugen oder Stossen. Es ist auch ganz gleichgültig, ob die entstehenden Ströme in Nord und Süd einander gegenüberliegen oder ob sie mehr oder minder untereinander und gegen den Meridian geneigt sind. Ich halte eben deswegen die Namen, nördlicher Strom und südlicher Strom, für die naturgemässen, um ihre Bezeichnung von den Veränderungen, welche die Jahreszeiten und Localursachen in ihrer Richtung hervorbringen können, unabhängig zu machen,

Die Belege für die gesetzmässige Drehung finden sich in folgenden Schriften.

*A.* In Beziehung auf die nördliche Halbkugel S. W. N. O. S.

Aristoteles Meteorologie II. 6. 18. Problema 26. 31. p. 943.
Theophrast de vent. §. 52. 59. p. 778.
Plinius historia natural. II. 48.
Bacon historia natur. de ventis.
Mariotte de la nature de l'air p. 160. (Frankreich).
Sturm Physica electiva sive hypothetica II. p. 1206. (Süd-Deutschland).
Toaldo la meteorologia applicata all' agricultura p. 62. (Italien.)
Poitevin Climat de Montpellier p. 65. (Montpellier.)
Romme Tableaux des vents I. p. 56, (Atlantischer Ozeau.)
Kant physikalische Geographie. p. 282.
Lampadius systematischer Grundriss der Atmosphaerologie p. 189. (Freiberg.)
Dove über den Wind. Pogg. Ann. 11. p. 545. (Königsberg.)
Schouw Collectanea Meteorologica sub auspiciis societatis Danicae edita 1829. (Dänemark.)
Duden Reise nach den westlichen Staaten Amerikas. (Missuri.)
Hildreth Silliman's American. Journal p. 127. (Vereinigte Staaten.)
Schübler Meteorologie. p. 28.
Wrangel in v. Baer über das Klima v. Siteha p. 12. (Siteha.)
Eisenlohr Untersuchungen über den Einfluss des Windes auf die verschiedenen Meteore. 1837. 4. pag. 6—36. (Karlsruhe.)
Emsmann Windverhältnisse zu Berlin. 4. (Berlin.)

*B.* In Beziehung auf die südliche Halbkugel. S. O. N. W. S.

Don Ulloa Voyage to South America I. p. 8. ch. 3.
Forster Bemerkungen p. 111.
Le Gentil voyages dans les mers de l'Inde II. p. 701. (Indischer Ocean.)
Churruca Appendice a la Relacion del viage al Magallanes 1793. p. 15.
Wendt (briefliche Nachricht) Pogg. Ann. 36. p. 329. (Cap Horn.)
Dumont d'Urville (briefliche Nachricht.) Reise der Uranie und Coquille.
King and Fitzroy Narrative of the surveying voyages of Adventure and Beagle App. to. vol. II. Südküste von Chile.

Die directeste Methode der Prüfung in einem Beobachtungsjournal ist die Frage, wie oft die folgende Windesrichtung im Sinne der Drehung war oder im entgegensetzten. Dabei ist aber der Fehler nicht zu vermeiden, dass alle mehr als 180 Grad betragenden Drehungen als dem Gesetz widersprechend angesehen werden. Es giebt demnach einen gewissen Abstand der Beobachtundstunden, bei welchen jede solche Berechnung zu einer entschieden falschen Deutung des Resultats führen muss. Ueberschreitet nämlich der Abstand der Beobachtungsstunden die mittlere Dauer einer Drehung durch die halbe Windrose, so wird man ein scheinbares Zurückgehen als eigentliche Bestätigung des Drehungsgesetzes erhalten. Es muss daher einer solchen Berechnung die Untersuchung vorausgehn, wie lange überhaupt im Mittel eine ganze Drehung dauert. Nach meiner Erfahung kann man diess nur durch directe Beobachtung finden, oder dadurch, dass man die in kürzeren Zeiträumen enthaltenen Resultate mit den aus weit abstehenden Zeiträumen genommenen vergleicht. Diess ist für die indirecten Beweise des Drehungsgesetzes in Beziehung auf Barometer, Thermometer und Hygrometer geschehen, man vermisst aber diese wesentliche Untersuchung in allen Arbeiten, welche die directe Prüfung zum Gegenstand einer nicht auf eigne Beobachtungen gegründeten Untersuchung gemacht haben.

Eisenlohr findet in Karlsruhe nach 43jährigen Beobachtungen, dass je grösser die Aenderung der Richtung ist, desto entschiedener das Uebergewicht der regelmässigen Drehung über die unregelmässige. Um das Endresultat seiner Untersuchung in einem Ueberblick zusammenzufassen, habe ich aus allen nach einem bestimmten Winde beobachteten Richtungen die mittlere berechnet, ebenso aus allen vor ihm wahrgenommenen und die letztere von der erstern abgezogen. Plus bedeutet die regelmässige Drehung, Minus die entgegengesetzte.

| | Winter | Frühling | Sommer | Herbst | Jahr. |
|---|---|---|---|---|---|
| N | + 5° 6′ | + 10° | + 8° 40′ | + 7° 20′ | + 8° 5′ |
| NO | + 1° 24′ | + 2° 34′ | + 0° 27′ | + 2° 25′ | — |
| O | + 1° 15′ | + 4° 52′ | + 7° 1′ | + 2° 39′ | + 8° 3′ |
| SO | + 22° 53′ | + 13° 5′ | — 16° 6′ | + 21° 21′ | + 12° 18′ |
| S | + 0° 19′ | + 2° 42′ | + 4° 42′ | — 1° 4′ | + 1° 10′ |
| SW | + 0° 51′ | + 2° 4′ | + 0° 46′ | + 1° 5′ | + 1° 8′ |
| W | + 1° 24′ | + 1° 5′ | — 0° 23′ | + 1° 26′ | + 0° 41′ |
| NW | + 11° 23′ | + 11° 12′ | + 7° 40′ | + 10° 45′ | + 9° 50′ |

Emsmann hat für Berlin in den Jahren 1831—1835 die Octanten summirt. Er findet vorgehende 347.2, entgegengesetzte 277.8, der Ueberschuss der erstern also 69.4, ausserdem im jährlichen Mittel vollständige Drehungen ohne Zurückspringen des Windes 11.2, rückwärtsgehende 3.

## 3. Einfluss der Winddrehung auf die Veränderungen das Barometers, Thermometers u. Hygrometers.

Die Berechnung der thermischen und barometrischen Windmittel ergiebt (p. 112), dass die Windrose zwei Pole des Druckes und der Wärme hat, d. h. dass es zwei einander nahe gegenüberliegende Punkte in derselben giebt, an deren einem es am kältesten ist und an welchem das Barometer am höchsten steht, an deren anderem es am wärmsten ist und an welchem das Barometer am tiefsten steht. Von dem Maximum des Drucks zum Minimum desselben, eben so vom Maximum der Wärme zum Minimum derselben, nehmen die barometrischen und thermischen Windmittel ununterbrochen ab. Der erste Punkt fällt in die Nähe von NO., der andere in die Nähe von SW. Geht man nun von SW, durch W. bis NO., so nehmen die mittleren Thermometerstände ab, während die mittleren Barometerstände wachsen; geht man weiter von NO. durch O. bis SW., so nehmen die mittleren Thermometerstände zu, während die barometrischen Mittel abnehmen. Was in den thermischen und barometrischen Windmitteln sich zeigt, muss auch in dem Uebergange derselben in einander, d. h. in den mittleren thermischen und barometrischen Veränderungen, hervortreten, und zwar sowohl unter der Voraussetzung einer veränderlichen als der einer gleichbleibenden Drehungsgeschwindigkeit. Da nun aber die Elasticität des Wasserdampfes in Beziehung auf ihre Vertheilung in der Windrose sich genau an die thermische Windrose, der Druck der trocknen Luft aber sich genau an die barometrische Windrose anschliesst, so folgt, dass sich die Veränderungen des Druckes der trocknen Luft und des Barometers grade umgekehrt verhalten, als die Veränderungen der Temperatur der Luft und der Elasticität des in ihr enthaltenen Wasserdampfes. Nimmt man nun als nothwendige Folge der früheren theoretischen Betrachtungen an, dass der NW. dieselbe Rolle auf der südlichen Halbkugel spielt, als der SW. auf der nördlichen, ein SO. dort, hier einem NO. entspricht, so folgt:

## Mittlere Veränderungen der meteorologischen Instrumente.

**Nördliche Halbkugel.**

1) Das Barometer fällt bei O., SO. und Südwinden, geht bei SW. aus Fallen in Steigen über, steigt bei W., NW. und Nordwinden, und geht bei NO. aus Steigen in Fallen über. (Fig. 1)

2) Das Thermometer steigt bei O., SO. und Südwinden, geht bei SW. aus Steigen in Fallen über, fällt bei W., NW. und Norwinden, und geht bei NO. aus Fallenin Steigen über. (Fig. 2)

3) Die Elasticität des Wasserdampfes nimmt zu bei O., SO. und Südwinden, ihre Zunahme geht bei SW. in Abnahme über, sie nimmt ab bei W., NW. und Nordwinden, bei NO. geht ihre Abnahme in Zunahme über. (Fig. 2)

4) Der Druck der trocknen Luft nimmt ab bei O., SO. und Südwinden, seine Abnahme geht bei SW. in Zunahme über, er nimmt zu bei W. NW. u. Nordwinden, bei NO. geht seine Zunahme in Abnahme über. (Fig. 1.)

**Südliche Halbkugel.**

1) Das Barometer fällt bei O., NO. und Nordwinden, geht bei NW. aus Fallen in Steigen über, steigt bei W., SW. u. Südwinden, und geht bei SO. aus Steigen in Fallen über. (Fig. 3)

2) Das Thermometer steigt bei O., NO. und Nordwinden, geht bei NW. aus Steigen in Falllen über, fällt bei W., SW. und Südwinden, und geht bei SO. aus Fallen in Steigen über. (Fig. 4)

3) Die Elasticität des Wasserdampfes nimmt zu bei O., NO. und Nordwinden, ihre Zunahme geht bei NW. in Abnahme über, sie nimmt ab bei W., SW. und Südwinden, bei SO. geht ihre Abnahme in Zunahme über. (Fig 4)

4) Der Druck der trocknen Luft nimmt ab bei O., NO, und Nordwinden, seine Abnahme geht bei NW. in Zunahme über, er nimmt zu bei W., SW. u. Südwinden, bei SO. geht seine Zunahme in Abnahme über. (Fig. 3)

Das Gemeinsame beider Hemisphären besteht also darin, dass die Veränderungen der meteorologischen Instrumente bei Ostwinden in der nördlichen Halbkugel dieselben sind, als bei Ostwinden in der südlichen. Dasselbe gilt von den Westwinden. Der Unterschied beider Halbkugeln ist nur quantitativ bei NW., NO., SW. und SO. Winden, hingegen qualitativ bei Nord- u. Südwinden, d. h. die Veränderungen der meteorologischen Instrumente sind im Mittel in der nördlichen Hemisphäre am grössten bei NO. und SW. Winden, am kleinsten (durch Compensation der entge-

gesetzten Bewegungen) bei NO. und SW. Winden; in der südlichen Hemisphäre bei NW. und SO. Winden (durch Compensation der entgegengesetzten Bewegungen) am kleinsten, hingegen am grössten bei NO. und SW. Winden. Die Veränderungen bei Nordwinden in der nördlichen Halbkugel sind aber, dem Zeichen nach, verschieden von den Veränderungen bei Nordwinden in der südlichen Halbkugel, unter gleichen klimatischen Bedingungen aber gleich in beiden. Steigt also auf der nördlichen Erdhälfte ein Instrument bei Nord, so fällt es bei Nord in der südlichen und umgekehrt. Dasselbe gilt von den Südwinden.

Die nachfolgenden Tafeln enthalten die Belege für diese Regeln, wie sie seit dem Jahre 1827 bekannt gemacht worden sind.

Die Veränderungen des Barometers sind für Danzig, Halle und Petersburg in Par. Linisn, für Ordensburgh und London in englischen Zollen, für Paris in Millimetern ausgedrückt. Die Beobachtungen am Bord der Princess Louise auf der nördlichen Halbkugel sind in Pariser Linien, auf der südlichen in englischen Zollen angegeben. Das Thermometer ist in Paris und Halle Cent., in Ordensburgh Fahrenheit, der Druck der trocknen Luft und des Wasserdampfes in demselben Maasse als das Barometer angegeben.

Die Veränderungen des Barometers in Paris beziehen sich auf den Zeitraum von 12 Stunden, für das Thermometer auf 6 Stunden, die von Danzig auf 16, die von Ordensburgh auf 1 Stunde, die des Drucks der Luft und der Elasticität des Wasserdampfes in Halle auf 16 Stunden, die thermischen Aenderungen daselbst auf 13 Stunden, die Petersburger Beobachtungen auf 24 Stunden. Bei den Beobachtungen der Princess Louise ist der Abstand der Beobachtungen nicht beständig, häufig stündlich. Die Windesrichtung ist entweder eine Zwischenbeobachtung in dem Zeitraume, an dessen Anfang und Ende die Instrumente abgelesen wurden, oder die mittlere dieses Zeitraums. In Ordensburgh sind die Windesrichtungen und ihre Dauer vermittelst einer registrirenden Windfahne bestimmt, und das am Ende des Zeitraums, während welchem das Instrument sich regristirte, erhaltene Steigen oder Fallen des Barometers dann unter die einzelnen Windesrichtungen proportional der Dauer derselben vertheilt. Winde unter 15 Minuten Dauer wurden nicht berücksichtigt, aber 32

Striche unterscheiden, von denen ich SW. und SW. Z. W. u. s. w. unter SW. vereinigt habe.

Die Pariser und Londoner Beobachtungen sind von mir berechnet und entlehnt aus Pogg. Ann. 11. p. 345, 13. p. 305 und 16. p. 285, die Danziger von Galle berechnet (Pogg. Ann. 31. p. 465), die der Princess Louise auf einer Weltumseglung zwischen 0° und 60° Breite bei der Hemisphären von Galle berechnet (Pogg. Ann. 38. p. 476), die Hallenser vom Kaemtz (Vorlesungen über Meteorologie p. 127. 196. 332). Die Petersburger 1836—1838 von Kaemtz (briefliche Mittheilung), die von Ordensburgh im Staat New-York von Coffin (52 Repert. of the Reg. of the Univ. 1839 p. 233). Sie sind am Ende der gemeinsamen Uebersicht noch besonders beigefügt.

Barometer.

| | Paris. | | Danzig. | Ordensburg. |
|---|---|---|---|---|
| | 5 Jahre. | 10 Jahre. | 15 Jahre. | 1 Jahr. |
| SW. | + 0.1200 | — 0.2079 | — 0.‴ 088 | + 0.″00155 |
| WSW. | + 0.0362 | + 0.0674 | + 0. 157 | + 0. 00422 |
| W. | + 1.0788 | + 0.9992 | + 0. 059 | + 0. 00582 |
| WNW. | + 1.1670 | + 1.3622 | + 0. 483 | + 0. 00977 |
| NW. | + 1.2153 | + 1.1573 | + 0. 491 | + 0. 01010 |
| NNW. | + 1.1060 | + 1.3714 | + 0. 663 | + 0. 00802 |
| N. | + 0.4746 | + 0.2941 | + 0. 375 | + 0. 00364 |
| NNO. | — 0.1140 | — 0.1633 | + 0. 076 | — 0. 00120 |
| NO. | — 0.1414 | — 0.2329 | + 0. 311 | — 0. 00508 |
| ONO. | — 0.7890 | — 1.1633 | — 0. 097 | — 0. 00743 |
| O. | — 1.0911 | — 1.2702 | — 0. 078 | — 0. 00614 |
| OSO. | — 1.2909 | — 1.3935 | — 0. 022 | — 0. 00454 |
| SO. | — 1.2990 | — 1.1704 | — 0. 122 | — 0. 00580 |
| SSO. | — 0.6924 | — 1.1575 | — 0. 386 | — 0. 00626 |
| S. | — 1.0057 | — 1.1350 | — 0. 515 | — 0. 00644 |
| SSW. | — 1.1602 | — 1.1306 | — 0. 500 | — 0. 00252 |

| | London*. | Halle*. | Petersburg. |
|---|---|---|---|
| SW. | — 0.″023 | — 0.‴04 | — 0.‴603 |
| W. | + 0. 011 | + 0. 27 | + 0. 338 |
| NW. | + 0. 032 | + 0. 81 | + 0. 705 |
| N. | + 0. 049 | + 0. 36 | + 1. 098 |
| NO. | + 0. 018 | + 0. 08 | + 0. 901 |
| O. | — 0. 012 | — 0. 19 | — 0. 231 |
| SO. | — 0. 049 | — 0. 51 | — 0. 467 |
| S. | — 0. 048 | — 0. 38 | — 0. 603 |

Thermometer.

| | Paris[4]. | Ordensburg[1]. | Halle. |
|---|---|---|---|
| SW. | — 0.62 | — 0.037 | — 0.03 |
| WSW. | — 0.78 | — 0.050 | |
| W. | — 0.76 | — 0.066 | — 0.62 |
| WNW. | — 1.29 | — 0.267 | |
| NW. | — 0.13 | — 0.314 | — 0.59 |
| NNW. | — 0.50 | — 0.256 | |
| N. | + 0.05 | — 0.181 | — 0.13 |
| NNW. | + 0.22 | — 0.104 | |
| NO. | + 0.61 | + 0.040 | + 0.44 |
| ONO. | + 0.93 | + 0.096 | |
| O. | + 0.79 | + 0.133 | + 0.51 |
| OSO. | + 2.36 | + 0.130 | |
| SO. | + 1.37 | + 0.143 | + 0.71 |
| SSO. | + 0.89 | + 0.150 | |
| S. | — 0.36 | + 0.246 | + 0.54 |
| SSW. | — 0.15 | + 0.114 | |

Elasticität des Dampfes.

| | London[3]. | Halle[3]. |
|---|---|---|
| SW. | + 0.'''002 | + 0.'''069 |
| W. | — 0. | — 0. 062 |
| NW. | — 0. 007 | — 0. 234 |
| N. | — 0. 014 | — 0. 181 |
| NO. | — 0. 005 | — 0. 116 |
| O. | — 0. 010 | + 0. 080 |
| SO. | + 0. 006 | + 0. 315 |
| S. | 0. 004 | + 0. 184 |

Druck der trocknen Luft.

| | London. | Halle. |
|---|---|---|
| SW. | — 0.025 | — 0.049 |
| W. | + 0.011 | + 0.332 |
| NW. | + 0.039 | + 1.044 |
| N. | + 0.063 | + 0.541 |
| NO. | + 0.023 | + 0.196 |
| O. | — 0.002 | — 0.270 |
| SO. | — 0.055 | — 0.825 |
| S. | — .0050 | — 0.564 |

Barometer.

Prinzess Louise.

| | nördl. Halbk. | südl. Halbk. | südl. Halbk. |
|---|---|---|---|
| SW. | — 0.''' 047 | + 0.'''012 | + 0.'''093 |
| WSW. | + 0. 031 | + 0. 006 | + 0. 048 |
| W. | + 0. 088 | + 0. 001 | — 0. 014 |

| | nördl. Halbk. | südl. Halbk. | südl. Halbk. |
|---|---|---|---|
| WNW. | + 0.‴ 141 | — 0.″004 | — 0.″041 |
| NW. | + 0. 211 | — 0. 011 | — 0. 043 |
| NNW. | + 0. 210 | — 0. 016 | — 0. 042 |
| N. | + 0. 088 | — 0. 015 | — 0. 045 |
| NNO. | — 0. 048 | — 0. 019 | — 0. 041 |
| NO. | — 0. 095 | — 0, 025 | — 0. 021 |
| ONO. | — 0. 097 | — 0. 029 | — 0. 013 |
| O. | — 0. 084 | — 0. 015 | — 0. 001 |
| OSO. | — 0. 071 | — 0. 002 | + 0. 002 |
| SO. | — 0. 066 | + 0. 010 | + 0- 009 |
| SSO. | — 0. 082 | + 0. 020 | + 0. 025 |
| S. | — 0. 122 | + 0. 023 | + 0. 052 |
| SSW. | — 0. 117 | + 0. 021 | + 0. 079 |

Ordensburg.

| Wind. | Dauer. | | | Thermometer. | Barometer. |
|---|---|---|---|---|---|
| NO. z. O. | 16ᵗ | 12ˢᵗ | 30ᵐ | + 0.094 | — 0.00577 |
| ONO. | 13 | 4 | 38 | + 0.115 | — 0.00765 |
| O z. N. | 4 | 21 | 30 | + 0.077 | — 0.00721 |
| O. | 2 | 15 | 15 | + 0.103 | — 0.00620 |
| O z. S. | 2 | 8 | 15 | + 0.162 | — 0.00608 |
| OSO. | 2 | 15 | 45 | + 0.146 | — 0.00510 |
| SO z. O. | 2 | 13 | 15 | + 0.114 | — 0.00397 |
| SO. | 2 | 17 | 29 | + 0.140 | — 0.00513 |
| SO z. S. | 4 | 3 | 8 | + 0.145 | — 0.00647 |
| SSO. | 7 | 4 | 14 | + 0.138 | — 0.00649 |
| S z. O. | 8 | 7 | 31 | + 0.161 | — 0.00602 |
| S. | 20 | 4 | 0 | + 0.314 | — 0.00742 |
| S z. W. | 21 | 4 | 45 | + 0.177 | — 0.00546 |
| SSW. | 21 | 6 | 45 | + 0.162 | — 0.00363 |
| SW z. S. | 22 | 16 | 30 | + 0.065 | — 0.00141 |
| SW. | 29 | 12 | 15 | — 0.018 | + 0.00060 |
| SW z. W. | 25 | 21 | 30 | — 0.055 | + 0.00250 |
| WSW. | 16 | 23 | 45 | — 0.018 | + 0.00274 |
| W z. S. | 13 | 6 | 0 | — 0.081 | + 0.00569 |
| W. | 17 | 5 | 45 | — 0.063 | + 0.00519 |
| W z. N. | 12 | 14 | 7 | — 0.069 | + 0.00645 |
| WNW. | 8 | 19 | 8 | — 0.252 | + 0.00911 |
| NW z. W. | 9 | 8 | 53 | — 0.281 | + 0.01042 |
| NW. | 8 | 20 | 38 | — 0.322 | + 0.01106 |
| NW z. N. | 9 | 15 | 37 | — 0.306 | + 0.00914 |
| NNW. | 8 | 2 | 15 | — 0.276 | + 0.00801 |
| N z. W. | 6 | 9 | 45 | — 0.236 | + 0.00802 |
| N. | 7 | 5 | 15 | — 0.197 | + 0.00333 |
| N z. O. | 5 | 22 | 15 | — 0.163 | + 0.00394 |
| NNO. | 8 | 0 | 15 | — 0.144 | + 0.00067 |
| NO z. N | 10 | 15 | 15 | — 0.063 | — 0.00173 |
| NO. | 15 | 1 | 52 | — 0.015 | — 0.00439 |

# Stürme.

Am Weinachtsabend des Jahres 1821 sank nach einer schon längere Zeit anhaltenden stürmischen Witterung das Barometer in Europa bei heftigen Stürmen zu einer so bedeutenden Tiefe, dass alle Meteorologen auf diese ungewöhnliche Erscheinung aufmerksam wurden. Brandes erliess daher eine Aufforderung, die zu jener Zeit angestellten Beobachtungen ihm zuzusenden, und legte die Ergebnisse seiner Vergleichung in seiner dissertatio physica de repentinis variationibus in pressione atmosphaerae observatis 1826 4. dar. Das Resultat seiner Untersuchung war, dass eine unbekannte Ursache verminderten Druckes über die Erdoberfläche fortschreite, und dass nach dieser Stelle hin die Luft von allen Seiten zuströme. Der entstehende Sturm sei daher seiner Form nach centripetal und entstanden durch das Bestreben der umgebenden Luftmasse, das an einer bestimmten Stelle gestörte Gleichgewicht wieder herzustellen.

Aus der Ansicht, die ich mir über die mittlern atmosphärischen Veränderungen gebildet hatte, dass diese nämlich ihre Entstehung dem Kampfe zweier über dem Beobachtungsorte einander abwechselnd verdrängenden Strömen zu verdanken haben, folgte nothwendig, dass die absoluten Extreme dieser Veränderungen durch das einseitige Vorwalten des einen dieser Ströme hervorgebracht werden müssen. Ein barometrisches Minimum musste daher eine Erscheinung des Südstromes sein, gleichzeitig an vielen Orten betrachtet daher der Südstrom selbst, local angesehen, ein Durchgang durch das Minimum der Windrose, oder beides zusammengefasst musste es ein in der Richtung des Südstromes selbst fortschreitender Wirbel sein.

Nach der Annahme, dass durch irgend eine Ursache an einer bestimmten Stelle der Druck der Luft ungewöhnlich vermindert werde und nun von allen Seiten ein Zuströmen stattfinde, um das gestörte Gleichgewicht wieder herzustellen, wird in einer Linie,

in welcher der Druck um gleichviel vermindert ist, zwischen den einzelnen Theilen Gleichgewicht stattfinden, und die Richtung des Windes im Allgemeinen senkrecht auf diese Linie sein. Nach der Ansicht hingegen, dass die Gesammterscheinung Folge einer wirbelnden Bewegung sei, wird die Richtung des Windes im Allgemeinen die dieser Linie selbst sein. Die zweite Annahme führt also auf eine Windesrichtung, welche senkrecht ist auf die aus der ersten folgenden. Um zwischen beiden zu entscheiden, unterwarf ich daher die von Brandes gesammelten Beobachtungen einer neuen Prüfung, und zeigte in einer im Jahre 1828 erschienenen Abhandlung über barometrische Minima (Pogg. Anm. 13 p. 596).

1. dass die Stelle des am meisten verminderten Druckes von Brest nach Cap Lindenaes in Norwegen fortschritt.
2. dass alle begleitende meteorologische Erscheinungen die eines heftigen SW. Sturmes sind,
3. dass an allen Orten auf der Südostseite des fortrückenden Minimum, also vorzugsweise in Frankreich, Italien, Deutschland, Dänemark und Russland die Windesrichtung vor dem Minimum OSO.und SW. wird,
4. dass während des Minimum sie SSW. oder SW, wird,
5. dass sie nach dem Minimum WSW. und W. oder NW. wird.

Diess in eine Anschauung zusammengefasst, giebt, wie Taf. I. Fig. 5 zeigt, einen Wirbel im Sinne S. O. N. W. Da die Beobachtungen an der NW. Seite des Sturmes fehlten, so habe ich in der Abhandlung beigegebenen Zeichnung durch einen von NO. nach SW. gerichteten Pfeil diese Lücke hypothetisch als wahrscheinliche Richtung des Luftstromes in Amerika ergänzt.

Nach der Ansicht von Brandes würde die Drehung der Windfahne in demselben Sinne stattgefunden haben, der Anfangspunkt der Drehung aber ein andrer gewesen sein. In Frankreich hätte vor dem Minimum der Wind O. sein müssen statt SO. und S.; in Deutschland, NO. und O. statt SSO.; in Dänemark, Preussen und Russland NO., in England endlich N. statt O. Nach dem Minimum hätte in Deutschland der Wind S. sein müssen statt W. u. s. f., das Minimum selbst endlich hätte nicht sowohl bei SO. als vielmehr bei SSO. eintreten müssen.

Um den Zusammenhang zwischen der localen Drehung der Windfahne und der wirbelnden Bewegung des Sturmes klar hervortreten zu lassen, möge hier noch eine Darstellungsweise folgen

welche von Redfield gewählt worden ist, der drei Jahre später durch eine genaue Untersuchung der Stürme an den Küsten Amerikas genau zu demselben Resultat gelangte, dass nämlich diese Stürme Wirbel im Sinne S. O. N. W. sind.

Geht Fig. 6 ein von SW. nach NO. fortschreitender Wirbel, welcher sich im Sinne S. O. N. W. dreht, grade mit seinem Centrum über den Beobachtungsort, so wird man an demselben, wenn er in A. sich befindet, den Sturm als SO. erhalten, in D. eine vollkommne Windstille wahrnehmen, in G. hingegen, den Sturm grade aus der entgegengesetzten Richtung NW. wehen sehn. Befindet sich hingegen der Ort auf der SO. Seite des fortrückenden Centrums nach einander an den Stellen a b c d e f g, so wird die Richtung der Windfahne sein: SSO. S. SSW. SW. WSW. W. WNW. d. h. eine Dehnung mit der Sonne, in der nordwestlichen Hälfte des Sturmes hingegen, an den Stellen α β γ δ ε η ζ OSO. O. ONO. NO. NNO. N. NNW., also eine Drehung im entgegengesetzten Sinne oder in der Sprache der Seeleute gegen die Sonne.

Ist hingegen der Sturm centripetal (Fig. 7), so wird in der Mitte desselben ein ähnliches, durch eine Windstille getrenntes Umsetzen stattfinden, aber von NO. nach SW., der auf der SO. Seite liegende Ort wird die Windesrichtungen ONO. O. OSO. SO. SSO. S. SW., der auf der Nordostseite liegende, die NNO. N. NNW. NW. WNW. W. WSW. erhalten, dort also ebenfalls eine Drehung mit der Sonne, hier gegen die Sonne, aber mit dem Unterschiede, dass Anfang und Ende der Drehung um volle neunzig Grade von der aus der ersten Ansicht folgenden absteht.

Die von Brandes aufgestellte Ansicht hat ebenfals in Amerika an Espy einen Vertheidiger gefunden, und in dem sich daraus entwickelnden Streite hat Redfield Veranlassung gefunden, die eben angedeuteten Unterschiede klar hervorzuheben. Der Grund des nach einem Centrum hin erfolgenden Zuströmens ist nach Espy die freiwerdende Wärme des zu einer Wolke sich condensirenden Wasserdampfes, wodurch die ihn enthaltende Luft sechsmal mehr ausgedehnt werde, als sie durch Condensation dieses Wasserdampfes an Volumen verliere. Diese Luft steige demnach mit einer Geschwindigkeit von 364 Fuss in der Secunde in die Höhe, äussere in der Höhe den Hagelwolken auf einen Quadratfuss Fläche einen Druck an 120 Pfd., fähig einen kubischen Eisblock von andert-

halb Fuss Seite in die Höhe zu führen, ja sogar einen Elephanten aufzuheben. Diese Schlussfolgen, welche Espy selbst unerwartet und ausserordentlich nennt, finden sich in einer 16 Seiten langen Schrift, welche den bescheidnen Titel führt: theory of rain, hail and snow, water spouts, land-spouts, variable winds and barometric fluctuations. Philadelphia 1836, und in einer 8 Seiten langen Fortsetzung derselben: examination of Huttons, Redfields and Olmsted's theories. Die Veranlassung zu der Ansicht, dass Stürme centripetal seien, gab der Tornado am 19. Juni 1835 in Neu Braunschweig. Nach demselben untersuchte Bache und Espy in einem davon betroffenen Walde, die Richtung der umgebrochenen Baumstämme, und fanden alle mit ihren Spitzen nach einem Centrum hinweisend, die westwärts liegenden Stämme mit den Spitzen nach Ost, die nordwätrs nach Süd, die ostwärts nach West, die südwärts nach Nord gerichtet.*) Ein Augenzeuge, Lewis C. Beck, versichert dagegen, dass auch dieser Tornado ein entschiedner Wirbel sei.**)

Die von Redfield über den Gegenstand überhaupt erschienehen Schriften, sind folgende:

Remarks on the prevailing storms of the Atlantic coast of the North-American States. (Sillim. American. Journ. 1831. Avril).

On the Gales and Huricanes of the Western Atlantic. (ib. Vol. 31. No. 1.

On the Courses of Huricanes with Notices on the Tyfoons, of the China Sea and other Storms. (Vol. 35. No. 2.)

Observations on the Huricanes and Storms of the West Indies and the coast of the United States. (Blunts American Coast Pilot. 12 edit.)

Meteorological sketches by an observer. (Americ. Journ. 33. 1.)

Whirlwinds excited by fire, with farther notices of the tyfoons of the Chyna Sea. (Vol. ib. 36. No. 1.)

Remarks on Mr. Espy's theory of centripetal storms (Journ. of the Franklin Institut).

---

*) Notes and diagrams, illustrativ of the directions of the forces acting, at and near the surface of the earth in different parts of the Brunswick. Tornado of June. 19. th. 1835. 4.

**) Note en the New Brunswick Tornado or Water Spout of 1835 Americ. Journ. 36. p. 115.

The law of storms (New York Observer 18. Januar 1840.)

Endlich ist über denselben Gegenstand ein mit vielen Karten begleitetes Werk von Lieut. Colonel Reid erschienen, unter dem Titel: An attempt to develop the law of storms by means of facts arranged according to place and hence to point out a cause for the variable winds with the view to practical use in navigation. London 1838. 8. 431 Seiten.

Aus den Untersuchungen von Redfield und Reid ergeben sich ausser der vollständigen Bestätigung der von mir aufgestellten Ansicht, dass alle Stürme Wirbelwinde sind und dass die Drehung in diesem Wirbel auf der südlichen Halbkugel entgegengesetzt ist, der auf der nördlichen, noch zwei wichtige Thatsachen:

1) Die Stürme, welche in der tropischen Zone entstehen, behalten, so lange sie in derselben bleiben, ihre ursprüngliche Richtung von SO. nach NW. fast unverändert bei, biegen sich aber, so wie sie in die gemässigte Zone gelangen, fast rechtwinklich um, und gehen nun von SW. nach NO. Die dem entsprechenden Stürme der südlichen Erdhälfte, welche in der tropischen Zone eine Richtung von NO. nach SW. haben, werden bei ihrem Uebergang in die gemässigte Zone ebenso abgelenkt, und gehen nun von NW. nach SO.

2. Der sich in der tropischen Zone nur sehr allmählig erweiternde Wirbel, nimmt bei diesem Umbiegen plötzlich auffallend an Breite zu.

Die unter Fig. 8 und Fig. 9 aus Reid's Werk entlehnten Chärtchen, welche Berghaus in seinem physikalischen Atlas aufgenommen hat, werden geeignet sein, die Erscheinung unmittelbar anschaulich zu machen.

Der Sturm vom August 1837, kann als Beispiel für die nördliche Erdhälfte dienen, der vom May 1809, für die südliche. In der zweiten Abhandlung hat Redfield den Lauf von 10 Stürme an der Küste von Amerika verzeichnet, von denen die am 23. Juni 1831 und 12. August 1835 in der tropischen Zone bleibend, ganz geradlinig fortschreiten, jener von Trinidad über Tabago, Grenada durch die Mitte von Yucatan bis in die Nähe von Veracruz, der andre von Antigua über Nevis, St. Thomas, St. Croix, Portorico, Hayti, Matanzas auf Cuba nach Texas.

Der Lauf der 8 Stürme, welche die Grenze der Tropen überschritten, ist hingegen folgender:

Der, welcher in der Nacht am 10. August 1831 Barbados verwüstete, traf am 12. Portorico, am 13. Aux-Cayes und St. Jago de Cuba, am 14. Matanzas, die Tortugas am 15., den mexicanischen Meerbusen am 16., endlich Mobile, Pensacola und Neu-Orleans am 17., so dass er in ohngefähr 150 Stunden einen Raum von 2000 Seemeilen durchlief, also mit einer Geschwindigkeit von $13\frac{1}{2}$ Meilen in der Stunde fortrückte. Seine Richtung, ehe er die Grenze der Tropen erreichte, war N. 64° W.

Der am 17. August 1827 in der Nähe von Martinique beginnende Sturm, traf am 18. St. Martin und St. Thomas, ging am 19. nordöstlich bei der Küste von Haiti vorbei, traf am 20. die Turks-Inseln, die Bahamas am 21. und 22., die Küste von Florida und Süd Carolina am 23. und 24., Cap Hatteras am 25., Delaware am 26., Nantucket am 27., Sable Island und Porpoise Bank am 28.; er legte also in 11 Tagen 3000 Seemeilen zurück. Seine Richtung innerhalb der Tropen war N. 61 W., unter 40 Grad Breite hingegen N. 58° O.

Der am 3. Septembar 1804 in der Nähe von Guadeloupe entstehende Sturm, traf am 4. die Virginischen Inseln und Portorico, die Turks Inseln am 5., die Bahamas und den Golf von Florida am 6., die Küste von Georgien, Süd- und Nord Carolina am 7., die Chesapeake Bay, die Mündung des Delavare und die umliegenden Gegenden von Virginien, Maryland und New-Jersey am 8., Massaschusets, New-Hampshire und Maine am 9. Er rückte sehr schnell weiter, da er um seinen krummlinigen Lauf an den kleinen Antillen 2200 Seemeilen in 6 Tagen zurücklegte also $15\frac{1}{2}$ Meilen in der Stunde fortrückte.

Der dicht bei den kleinen Antillen vorbeistreifende Sturm vom August 1830 traf St. Thomas am 12., war am 13. in der Nähe der Turks Inseln, am 14. bei den Bahamas, am 15. auf dem Golf und an der Küste von Florida, am 16. längs der Küste von Georgien und der Carolinas, am 17. an denen von Virginien, Maryland, New-Jersey und New-York, am 18. auf den George's Bank und Cap Sable, am 19. über der Purpoise und New-Foundlands Bank. Sein Fortrücken beträgt daher 18 Seemeilen in der Stunde. Nimmt man nun die wirkliche Geschwindigkeit des Windes in seiner wirbelnden Bewegung 5 mal grösser als seine fortrückende, so erhält man für 7 Tage eine Bewegung der Luft durch 18000 Seemeilen.

Der westlichste Sturm war der am 29. September 1830. Er beginnt unter den 20. Breitengrade nördlich von Barbados, biegt sich in der Länge von 68° Gr. unter 30° Breite nach Norden und geht westlich bei den Bermudas vorbei, nach dem Ostende der New-Foundlands Bank, wo er am 2. October eintrifft.

Ein sehr heftiger Sturm von viel geringrer Breite, war der vom 1. September 1821 auf der Turks Insel; nördlich von den Bahamas war er am 2., an der Küste der Carolinas am 3. früh, dann später an der Küste von New-York und Long Island; in der folgenden Nacht zog er durch die Staaten Connecticut, Massaschusets, New-Hampshire und Maine, also 1800 Meilen in 60 Stunden. Seine mittlere Geschwindigkeit beträgt demnach 30 Seemeilen die Stunde.

Einen ganz ähnlichen Lauf hatte der Sturm am 28. September 1835. Hingegen rückte der Sturm vom 22. Aug. sehr langsam fort. Er begann nördlich von Portorico unter 22 Grad Breite und blieb nun in gleichr Entfernung von den Küsten Nordamerikas, erreichte aber die New-Foundlands Bank erst am 27.

Mitunter erhält der Sturm erst seine Intensität in der gemässigten Zone, so dass dieser Theil seines Laufes vorzugsweise bekannt wird. So war es mit dem Sturme am 10. November 1835, welcher am nördlichen über den Erie und Ontario See nach der Insel St. John im Golf des St. Lorenz Stromes fortrückte.

Ich werde nun versuchen, die Erscheinungen dieser grossen Aufregungen der Atmosphäre auf dasselbe Princip zurückzuführen, welches oben bei der theoretischen Ableitung des Drehungsgesetzes geltend gemacht worden ist.

Bezeichnet a b Fig. 10 eine Reihe materieller Punkte, welche dem Aequator parallel durch irgend einen Impuls in der Richtung a c nach Nord hin, in Bewegung versetzt werden, so würden diese Punkte nach g h hin sich bewegen, wenn der Raum d b h leer ist, Befindet sich aber in diesem Raume unbewegte Luft, so werden die Theile in b bei ihrer Bewegung nach d hin im Raume d b h immer mit Lufttheilchen von geringerer Rotationsgeschwindigkeit in Berührung kommen, also ihre Geschwindigkeit nach Ost hin vermindert werden. Der Punkt b wird also statt nach h sich nach f hin bewegen. Die Theile in a haben hingegen neben sich auf der Seite nach b hin Theile, ursprünglich gleicher Rotationsgeschwindigkeit, sie bewegen sich also wie im leeren Raume,

d. h. nach g hin. Ist demnach a b eine von Süd nach Nord getriebene Luftmasse, so wird die Richtung des Sturmes auf der Ostseite desselben vielmehr Süd sein, als auf der Westseite, wo sie mehr West ist, und es wird daher eine Tendenz zu einem Wirbel im Sinne S. O. N. W. entstehen. Diese Tendenz zum Wirbel würde nicht da sein, wenn in dem Raum d b h keine widerstehende Masse sich befände, sie wird also zunehmen im Verhältniss, dass dieser Widerstand die westliche Ablenkung des Sturmes hemmt. Der Sturm wird also desto heftiger wirbeln, je unveränderter er die ursprüngliche Richtung seines Laufes beibehält. In der Passatzone aber ist der Raum d b h mit Luft erfüllt, welche von NO. nach SW. fliesst. Der Widerstand wird also hier am grössten sein, die Luft in b also so in ihrer Tendenz nach Westen gehemmt werden können, dass sie ihre Richtung nach d hin unverändert beibehält, während a nach g strebt. Der Sturm wird daher hier am heftigsten wirbeln, aber geradlinig mit unveränderter Breite fortgehen. So wie aber derselbe in die gemässigte Zone gelangt, findet sich im Raume d b h Luft, welche sich bereits von SW. nach NO. bewegt. Der Widerstand, welchen die Theilchen in b finden, wird also plötzlich bedeutend vermindert, oder ganz aufgehoben, d. h. die Richtung b d verändert sich nun schnell in die Richtung b h, der Strom biegt also plötzlich fast rechtwinklich um, während er an Breite schnell zunimmt, da der bisher zwischen der Bewegung der Punkte in a und der Punkte in b vorhandene Unterschied nun aufhört. Die Erscheinungen der südlichen Halbkugel ergeben sich ebenso unmittelbar, der Wirbel geschieht dort im entgegengesetzten Sinne, die Richtungsänderungen an der Grenze der Tropen ist analog.

Aus dieser Erklärung folgt übrigens, dass, wenn die in Bewegung gesetzte Luftmasse so hoch ist, dass sie bei dem Anfange der Bewegung aus dem untern in den obern Passat eingreift, der obere Theil sich nach einer andern Richtung fortbewegen muss als der untere, indem auf den oberen Theil das obige Raisonnement gleich zu Anfang Anwendung findet, welches für den unteren erst eintritt, wenn derselbe die äussere Grenze der Passate überschreitet. Ausserdem wird der untere Theil des wirbelnden Sturmes überhaupt wegen der Reibung an der Erdoberfläche langsamer fortschreiten, als die von der Oberfläche mehr entfernten Theile desselben. Der Wirbel wird daher nicht immer einen geraden, son-

dern einer vorgeneigten Cylinder bilden, der Wirbel also in den oberen Regionen der Atmosphäre früher eintreten, als in der unteren, welches der dem Sturm vorhergehenden Himmelsansicht entspricht. Warum aber der erste Impuls in der Regel von SO. nach NW. gerichtet ist, könnte vielleicht darin eine Erklärung finden, dass diese Richtung als senkrecht auf der des Passates zur Entstehung einer wirbelnden Bewegung grade am geeignetsten ist, anders gerichtete Impulse, wenn sie auch stattfinden, daher keine Wirbelstürme erzeugen.

In Beziehung auf die complicirten Erscheinungen, welche dann entstehen, wenn dem fortschreitenden Sturme ein anderer Wind in mehr oder minder entgegengesetzter Richtung entgegenweht, verweise ich auf das barometrische Minimum vom 2. und 3. Februar 1823, welches ich Pogg. Ann. 13, p. 606 näher erörtert habe.

Tägliche Aenderungen der Intensität des Windes.

Aus 26000 in den Jahren 1737, 1838, 1839 in Birmingham angestellten stündlichen Beobachtungen, findet Osler folgendes Verhältniss der Intensität.

| | | Winter. | Frühling. | Sommer | Herbst. | Jahr. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Morg. | 1 | 55 | 26 | 16 | 19 | 116 |
| | 2 | 54 | 28 | 15 | 19 | 116 |
| | 3 | 49 | 28 | 14 | 19 | 110 |
| | 4 | 47 | 27 | 11 | 19 | 104 |
| | 5 | 47 | 29 | 14 | 22 | 112 |
| | 6 | 48 | 29 | 15 | 20 | 112 |
| | 7 | 48 | 32 | 18 | 18 | 116 |
| | 8 | 51 | 41 | 23 | 21 | 136 |
| | 9 | 50 | 56 | 32 | 26 | 164 |
| | 10 | 67 | 70 | 34 | 40 | 211 |
| | 11 | 73 | 80 | 49 | 47 | 249 |
| | 12 | 82 | 82 | 52 | 55 | 271 |
| Ab. | 1 | 89 | 90 | 56 | 58 | 293 |
| | 2 | 89 | 89 | 57 | 54 | 289 |
| | 3 | 85 | 89 | 60 | 53 | 287 |
| | 4 | 79 | 80 | 57 | 44 | 260 |
| | 5 | 75 | 81 | 56 | 34 | 246 |
| | 6 | 65 | 72 | 41 | 28 | 206 |
| | 7 | 63 | 52 | 33 | 27 | 175 |
| | 8 | 63 | 45 | 27 | 24 | 159 |
| | 9 | 63 | 46 | 18 | 22 | 149 |
| | 10 | 59 | 38 | 17 | 20 | 134 |
| | 11 | 61 | 33 | 15 | 21 | 130 |
| | 12 | 57 | 29 | 16 | 20 | 122 |

Der Gang der Intensität schliesst sich also nahe an die täglichen Aenderungen der Wärme an. Welchen Einfluss hierbei die Entfernung der See vom Beobachtungsorte habe, wird sich erst ermitteln lassen, wenn für continentale Orte ähnliche Beobachtungen vorhanden sind. (Athenaeum 1840, No. 675).

## Barometrische Windrose.

Zählt man den Wind von Nord als Nullpunkt nach Ost und bezeichnet bx, die der Windesrichtung von x Graden entsprechenden Barometerstand, so ist für Danzig nach Galle's Berechnung 15 jähriger Beobachtungen von Kleefeld in pariser Linien (Pogg. Ann. 31, 480).

Jahr $b_x = 337.937 + 1.190 \sin(x + 29° 23') + 0.162 \sin(2x + 175° 38')$
Winter $b_x = 338.444 + 1.475 \sin(x + 25° 35') + 0.784 \sin(2x + 171° 20')$
Frühl. $b_x = 337.709 + 1.185 \sin(x + 40° 21') + 0.297 \sin(2x + 101° 28')$
Somm. $b_x = 337.285 + 0.694 \sin(x + 48° 10') + 0.121 \sin(2x + 148° 26')$
Herbst $b_x = 338.503 + 1.926 \sin(x + 33° 24') + 0.588 \sin(2x + 171° 20')$

hingegen für Carlsruhe aus 26 jährigen Beobachtungen nach Eisenlohrs Berechnung (Einfluss des Windes p. 42).

Jahr $b_x = 333.978 + 0.970 \sin(x + 68° 50') + 0.219 \sin(2x + 309° 29')$
Winter $b_x = 334.315 + 1.068 \sin(x + 64° 33') + 0.117 \sin(2x + 302° 46')$
Frühl. $b^x = 333.445 + 0.946 \sin(x + 71° 47') + 0.248 \sin(2x + 305° 46')$
Somm. $b_x = 334.098. + 0.701 \sin(x + 72° 28') + 0.090 \sin(2x + 43° 59')$
Herbst $b_x = 334.138 + 1.150 \sin(x + 69°) + 0.410 \sin(2x + 290° 41)$

Zur Vergleichung füge ich noch die früher von mir für Paris erhaltnen Formeln hinzu; das Barometer in Millimetern angegeben. (Pogg. Ann. 11 p. 559).

$$
\begin{aligned}
&\text{Jahr} & b_x &= 755.928 + 3.499 \sin(x + 80^\circ 9') \\
&& &\quad + 0.336 \sin(2x + 356^\circ 21') \\
&\text{Winter} & b_x &= 756.835 + 4.887 \sin(x + 81^\circ 24') \\
&& &\quad + 0.568 \sin(2x + 43^\circ 46') \\
&\text{Frühl.} & b_x &= 754.748 + 3.795 \sin(x + 80^\circ 42') \\
&& &\quad + 1.104 \sin(2x + 347^\circ 56') \\
&\text{Somm.} & b_x &= 755.857 + 3.354 \sin(x + 77^\circ 17') \\
&& &\quad + 0.683 \sin(2x + 344^\circ 22') \\
&\text{Herbst} & b_x &= 756.304 + 2.775 \sin(x + 71^\circ 2') \\
&& &\quad + 0.827 \sin(2x + 249^\circ 26')
\end{aligned}
$$

und für London, das Barometer in englischen Zollen. (Pog. Ann. 16, p. 292).

$$
\begin{aligned}
&\text{Jahr} & b_x &= 29.8908 + 0.1209 \sin(x + 49^\circ 10') \\
&& &\quad + 0.0424 \sin(2x + 287^\circ 9') \\
&\text{Winter} & b_x &= 29.8863 + 0.1309 \sin(x + 107^\circ ') \\
&& &\quad + 0.0448 \sin(2x + 303^\circ 10') \\
&\text{Frühl.} & b_x &= 29.8913 + 0.1317 \sin(x + 36^\circ 38') \\
&& &\quad + 0.0515 \sin(2x + 297^\circ 49') \\
&\text{Somm.} & b_x &= 29.9417 + 0.1220 \sin(x + 36^\circ 30') \\
&& &\quad + 0.0282 \sin(2x + 217^\circ 47') \\
&\text{Herbst} & b_x &= 29.8196 + 0.2067 \sin(x + 45^\circ ') \\
&& &\quad + 0.1101 \sin(2x + 284^\circ 12')
\end{aligned}
$$

Die verhältnissmässig geringe Uebereinstimmung in den Winkelconstanten derselben Jahreszeit an den einzelnen Orten, zeigt, dass die Vertheilung des atmosphärischen Druckes in der Windrose, wis es auch theoretisch vorauszusehen ist, ein ziemlich complicirtes Phaenomen ist. Um die Aenderungen des barometrischen Werthes eines Windes in der jährlichen Periode näher zu beurtheilen, dienen folgende Tafeln, wo die lokalen Bedingungen ziemlich verschieden sind, da die Küste von Meklenburg und das obere Rheinthal sich ebenso von einander unterscheiden, als das mehr continentale Klima von Petersburg von dem entschiedenen Seeklima in Island.

## Barometrishe Windrosen.

### Bützow.

| | NO. | O. | SO. | S. | SW. | W. | NW. | N. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Januar | 339.07 | 339.78 | 337.42 | 336.53 | 335.29 | 336.57 | 338.09 | 338.82 |
| Februar | 39.10 | 38.48 | 35.05 | 33.25 | 35.74 | 35.44 | 36.11 | 39.08 |
| März | 36.41 | 36.32 | 34.26 | 34.58 | 35.39 | 37.93 | 36.36 | 36.58 |
| April | 38.56 | 38.68 | 35.24 | 34.48 | 35.38 | 37.69 | 37.96 | 38.02 |
| Mai | 36.07 | 37.30 | 37.48 | 35.52 | 34.95 | 37.81 | 38.41 | 38.21 |
| Juni | 38.77 | 37.76 | 36.16 | 35.68 | 37.26 | 37.70 | 37.88 | 38.28 |
| Juli | 38.85 | 37.66 | 37.29 | 36.44 | 36.46 | 36.75 | 38.07 | 38.13 |
| August | 38.03 | 37.34 | 36.63 | 35.87 | 35.39 | 36.95 | 38.21 | 38.19 |
| Septbr. | 38.57 | 37.93 | 36.31 | 35.74 | 35.71 | 36.45 | 39.52 | 41.63 |
| October | 38.57 | 39.66 | 37.07 | 36.47 | 36.73 | 37.12 | 38.07 | 39.76 |
| Novbr. | 38.59 | 39.22 | 36.17 | 35.25 | 34.82 | 36.70 | 37.51 | 39.72 |
| Decmbr. | 38.10 | 39.08 | 37.25 | 35.76 | 36.95 | 36.67 | 36.27 | 37.29 |
| Jahr | 38.21 | 38.35 | 36.22 | 35.36 | 35.90 | 36.97 | 37.86 | 38.79 |

Carlsruhe 26 Jahre.

| | NO. | O. | SO. | S. | SW. | W. | NW. | N. | Mittler |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Januar | 335.696 | 335.017 | 334.843 | 332.879 | 333.760 | 333.349 | 334.587 | 335.241 | 334.532 |
| Februar | 35.682 | 33.897 | 33.794 | 33.588 | 34.083 | 34.220 | 35.034 | 36.098 | 34.643 |
| März | 34.907 | 34.349 | 31.493 | 32.718 | 33.104 | 33.658 | 33.730 | 33.895 | 33.922 |
| April | 34.211 | 33.538 | 32.232 | 31.399 | 32.192 | 32.880 | 33.847 | 34.129 | 33.171 |
| Mai | 33.997 | 34.008 | 33.755 | 32.946 | 32.918 | 33.334 | 33.885 | 34.131 | 33.531 |
| Juni | 34.806 | 43.082 | 33.580 | 33.376 | 33.362 | 33.682 | 34.383 | 34.806 | 33.994 |
| Juli | 34.675 | 34.629 | 33.407 | 33.591 | 33.530 | 33.763 | 34.384 | 34.752 | 34.009 |
| August | 34.797 | 34.426 | 33.785 | 33.742 | 33.671 | 33.831 | 34.586 | 34.746 | 34.094 |
| Septbr. | 35.275 | 35.117 | 33.389 | 33.502 | 33.585 | 33.806 | 34.049 | 35.200 | 34.299 |
| October | 35.255 | 35.108 | 33.648 | 32.249 | 33.054 | 33.756 | 34.907 | 34.909 | 34.107 |
| November | 34.991 | 35.348 | 32.943 | 31.747 | 33.661 | 33.819 | 34.839 | 34.969 | 34.133 |
| December | 34.762 | 45.232 | 34.049 | 32.000 | 33.322 | 33.911 | 33.957 | 34.440 | 33.875 |
| Winter | 35.381 | 34.637 | 34.326 | 32.782 | 33.702 | 33.863 | 34.504 | 35.325 | 34.362 |
| Frühling | 34.482 | 33.946 | 32.835 | 32.380 | 32.750 | 33.293 | 33.818 | 34.055 | 33.542 |
| Sommer | 34.760 | 34.347 | 33.582 | 33.583 | 33.530 | 33.759 | 34.450 | 34.772 | 34.033 |
| Herbst | 35.182 | 35.138 | 33.444 | 32.413 | 33.447 | 33.798 | 34.605 | 35.032 | 34.179 |
| Jahr | 34.967 | 34.513 | 33.496 | 32.782 | 33.387 | 33.660 | 34.301 | 34.715 | 34.026 |

Petersburg 13 Jahre.

| | NO. | O. | SO. | S. | SW. | W. | NW. | N. | Mittel |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Januar | 28.169 | 28.165 | 28.323 | 28.277 | 28.150 | 28.043 | 27.949 | 28.076 | 28.156 |
| Februar | 28.153 | 28.399 | 28.303 | 28.251 | 28.129 | 28.093 | 27.954 | 28.148 | 28.199 |
| März | 28.251 | 28.257 | 28.286 | 28.009 | 27.963 | 23.045 | 27.858 | 27.990 | 28.113 |
| April | 28.184 | 28.107 | 28.077 | 28.083 | 28.113 | 28.114 | 28.056 | 28.118 | 28.111 |
| Mai | 28.198 | 28.113 | 28.100 | 28.008 | 28.075 | 28.092 | 28.067 | 28.080 | 28.096 |
| Juni | 28.095 | 28.069 | 28.033 | 28.007 | 28.044 | 28.071 | 28.024 | 28.095 | 28.063 |
| Juli | 28.049 | 28.035 | 27.934 | 27.932 | 27.993 | 28.021 | 28.021 | 27.988 | 28.004 |
| August | 28.113 | 28.091 | 28.117 | 28.007 | 27.973 | 28.026 | 28.062 | 27.987 | 28.057 |
| Septbr. | 28.219 | 28.220 | 28.183 | 28.062 | 27.089 | 28.023 | 27.964 | 28.036 | 28.118 |
| October | 28.191 | 28.138 | 28.041 | 28.091 | 28.108 | 28.169 | 28.062 | 28.066 | 28.136. |
| Novbr. | 28.088 | 28.032 | 28.072 | 28.028 | 28.072 | 27.927 | 27.883 | 28.083 | 28.026 |
| Decber. | 28.091 | 28.307 | 28.307 | 28.008 | 28.107 | 28.028 | 27.929 | 28.108 | 28.110 |
| Mittel | 28.150 | 28.162 | 28.136 | 28.064 | 28.068 | 28.054 | 27.986 | 28.065 | 28.099 |
| Jahr | 28.148 | 28.149 | 28.158 | 28.072 | 28.071 | 28.054 | 27.986 | 28.065 | 28.099 |

Reikiavig. (1823 — 1836)

| | NO. | O. | SO | S. | SW. | W. | NW. | N. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Januar | 331.91 | 331.48 | 331.19 | 332.11 | 329.53 | 332.64 | 329.99 | 332.59 |
| Februar | 331.04 | 329.02 | 329.40 | 328.82 | 328.61 | 331.23 | 334.56 | 331.27 |
| März | 332.23 | 330.11 | 329.32 | 330.75 | 329.61 | 331.70 | 330.83 | 332.29 |
| April | 334.23 | 332.39 | 333.60 | 332.49 | 331.25 | 339.29 | 334.20 | 333.97 |
| May | 334.52 | 334.26 | 333.33 | 333.47 | 334.50 | 334.33 | 334.66 | 334.82 |
| Juni | 334.15 | 333.71 | 333.94 | 333.28 | 333.53 | 335.63 | 335.58 | 333.31 |
| Juli | 332.51 | 333.84 | 333.66 | 334.19 | 333.07 | 334.82 | 334.33 | 334.05 |
| August | 333.38 | 333.35 | 332.68 | 333.16 | 334.08 | 334.31 | 335.03 | 333.39 |
| September | 330.39 | 333.10 | 332.12 | 332.48 | 333.59 | 329.42 | 333.44 | 332.02 |
| October | 331.17 | 331.89 | 331.76 | 330.79 | 329.41 | 331.87 | 330.47 | 333.05 |
| November | 330.37 | 333.03 | 330.13 | 328.77 | 330.53 | 331.72 | 332.65 | 332.83 |
| December | 330.44 | 328.88 | 330.66 | 332.28 | 337.80 | 330:84 | 330.58 | 331.22 |
| Winter | 331.14 | 329.77 | 330.40 | 331.33 | 328.57 | 331.48 | 331.46 | 331.67 |
| Frühling | 333.68 | 332.22 | 332.39 | 332.33 | 331.19 | 333.72 | 333.39 | 333.71 |
| Sommer | 333 51 | 333.57 | 333.47 | 333.51 | 333.53 | 335.00 | 334.99 | 333 59 |
| Herbst | 330.72 | 332.71 | 331.36 | 330.69 | 330.81 | 331.09 | 332.57 | 332.69 |
| Jahr | 332.01 | 331.99 | 332.03 | 331.11 | 330.65 | 333.46 | 333.83 | 332.94 |

Diese Bestimmungen sind entlehnt aus:

**Nizze** über den Stand des Barometers zu Bützow in den Jahren 1781 — 1789. Stralsund 4.

**Eisenlohr** Untersuchungen über den Einfluss des Windes auf Barometer, Temperatur etc. pag. 38.

**Kupfer** et **Wisniewski** observations météorolegiques faites a l'Academie Imperiale des Sciences de St. Petersburg de 1822-1834 pag. 218.

Folgende Tafel giebt eine Vergleichung der jährlichen barometrischen Windrosen verschiedener Orte. Ist

$$b_x = a + a_{,} \sin(x + \alpha_{,}) + a_{,,} \sin(2x + \alpha_{,,})$$

so erhält man

| | a | $a_{,}$ | $a_{,,}$ | $\alpha_{,}$ | $\alpha_{,,}$ |
|---|---|---|---|---|---|
| Berlin | 335.188 | 1.6908 | 0.5292 | 68°51′ | 265°24′ |
| Paris | 336.106 | 1.2496 | 0.277 | 68°22′ | 244°24′ |
| Middelburg | 336.224 | 1.9317 | 0.41 | 65°51′ | 272°27′ |
| Copenhagen | 336.779 | 1.4759 | 0.1688 | 72°34′ | 332°40′ |
| Hamburg | 335.863 | 1.2144 | 0.2795 | 52°22′ | 206°34′ |
| Apenrade | 336.155 | 0.9186 | 0.7067 | 50°21′ | 243°41′ |
| London | 336.547 | 1.362 | 0.473 | 49°10′ | 287°9′ |
| Minden | 335.992 | 1.379 | 0.212 | 69°51′ | 257°27′ |
| Wien | 331.486 | 0.576 | 0.674 | 76°59′ | 113°37′ |
| Ofen | 329.535 | 0.721 | 0.441 | 36°32′ | 181°18′ |
| Prag | 329.922 | 0.892 | 0.0378 | 45°33, | 273°25′ |
| Stockholm | 335.212 | 1.035 | 0.255 | 68°13′ | 318°25 |
| Moskau | 329.013 | 0.919 | 0.251 | 44°17′ | 326°50′ |

(Pogg. Ann. 11, p. 588)

die ersten 7 Formeln von mir, die letztern von **Kämtz** berechnet. (Meteorologie 2, 316.)

## Thermische Windrose.

Bei der Kleinheit der täglichen und jährlichen barometrischen Oscillationen, verglichen mit dem bedeutenden Einfluss des Windes auf den Barometerstand, ist eine Berücksichtigung der erstern bei der Berechnung einer barometrischen Windrose, wenigstens für unsre Breiten nicht nothwendig, da die aus der ungleichen Anzahl der einzelnen Windesrichtung entstehende Unsicherheit, jene

Grösse bei weitem übertrifft. Ein ganz anderes Verhältniss zeigt sich aber bei der Bestimmung der thermischen Werthes der Winde. Da nämlich die täglichen Wärmeänderungen sowohl, als die jährlichen sehr bedeutend sind, so ist es keinesweges gleichgültig, in welcher Tages und Jahreszeit die Beobachtungen angestellt wurden, welche zur Bestimmung der Temperatur eines Windes dienen sollen. Die einfache Berechnung des Mittels aus allen in einem längern Zeitraume während einer bestimmten Windesrichtung aufgezeichneten Thermometerständen, kann also keinesweges als die dem Winde entsprechende Temperatur angesehen werden, es muss vielmehr nothwendig vorher die tägliche und jährliche Veränderung eliminirt sein.

Bei der Berechnung der thermischen Windrosen von Paris und London, habe ich die tägliche Oscillation dadurch eliminirt, dass ich den thermischen Werth des Windes aus den beiden Extremen des Registerthermometers bestimmte; die jährliche dadurch, dass ich das jährliche Mittel aus den 12 monatlichen Mitteln bestimmte. Auf ganz analoge Weise hat Kämtz, wo nicht die während eines Tages herrschende Windesrichtung beobachtet war, sondern die zu einer bestimmten Stunde wahrgenommene, die Abweichung des thermischen Werthes dieser Stunde vom Mittel des Tages als Verbesserung angewendet, dann aber die monatlichen Temperaturen zu der des Jahres auf ähnliche Weise combinirt, indem die Abweichung des monatlichen Wärmemittels vom jährlichen als Correction angebracht und die einzelnen Beobahtungen dann zum Mittel sämmtlich vereinigt wurden.

Hingegen ist bei Carlsruhe und Petersburg nicht angegeben, wie die tägliche Veränderungen eliminirt worden ist.

Die Veränderung des thermischen Werthes der Winde in der jährlichen Periode, geht aus folgenden Tafeln hervor:

London. 24 Jahre. Cent.

| | NO. | O. | SO. | S. | SW. | W. | NW. | N. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Januar | — 0.928 | — 0.222 | 1.995 | 4.662 | 4.361 | 2.649 | 0.746 | 0.221 |
| Februar | + 0.351 | + 2.418 | 3.418 | 6.157 | 5.945 | 5.194 | 3.384 | 0.019 |
| März | 3.207 | 4.655 | 6.021 | 6.323 | 7.808 | 7.206 | 5.555 | 2.515 |
| April | 7.363 | 9.593 | 9.96 | 10.972 | 9.468 | 9.861 | 8.094 | 5.887 |
| Mai | 11.131 | 13.243 | 13.924 | 14.205 | 13.317 | 13 084 | 11.98 | 12.231 |
| Juni | 14.563 | 16.91 | 17.261 | 16.553 | 15.442 | 15.736 | 14.73 | 14.57 |
| Juli | 16.464 | 18 333 | 19.366 | 18.548 | 17.633 | 17.577 | 16.677 | 16.093 |
| August | 16.278 | 18.184 | 18.305 | 16.297 | 17.086 | 16.406 | 15.73 | 16.25 |
| September | 13.992 | 14.375 | 15.172 | 15 923 | 14.745 | 14.004 | 12.583 | 12.258 |
| October | 8.444 | 10.702 | 11.394 | 12.566 | 11.514 | 9.823 | 8.559 | 6.884 |
| November | 5.077 | 5.196 | 6.792 | 7.598 | 7.637 | 6.203 | 3.929 | 4.218 |
| December | 0.898 | 2.147 | 4.158 | 6.418 | 5.356 | 5.047 | 2.626 | 0.719 |
| Winter | 0.107 | 1.448 | 3.190 | 5.746 | 5.221 | 4.297 | 2.252 | 0.329 |
| Frühling | 7.231 | 9.164 | 9.683 | 10.5 | 10.198 | 10.050 | 8.543 | 6.878 |
| Sommer | 15.768 | 17.809 | 18.311 | 17.133 | 16.720 | 16.573 | 16.712 | 15.619 |
| Herbst | 9.171 | 10.091 | 11.119 | 12.029 | 11.298 | 10.01 | 9.357 | 7 787 |
| Jahr | 8.07 | 9.629 | 10.576 | 11.352 | 10.859 | 10.233 | 8.716 | 7.653 |

Carlsruhe. (26 Jahre) Réaum.

| | NO. | O. | SO. | S. | SW. | W. | NW. | N. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Januar | — 2.802 | — 2.318 | — 2.423 | 0.971 | 2.010 | 0.344 | 0.157 | — 1.934 |
| Februar | — 0.339 | 2.254 | 3.326 | 4.244 | 3.711 | 3.301 | 1.356 | 1.010 |
| März | 3.405 | 4.406 | 4.531 | 7.529 | 5.888 | 6.199 | 4.194 | 4.002 |
| April | 8.692 | 10.252 | 12.500 | 9.632 | 8.807 | 9.403 | 7.331 | 7.208 |
| Mai | 12.548 | 13.562 | 15.478 | 14.304 | 11.869 | 12.941 | 13.087 | 12.042 |
| Juni | 14.890 | 15.504 | 14.689 | 15.429 | 13.691 | 14.330 | 14.084 | 14.133 |
| Juli | 16.266 | 17.688 | 18.389 | 16.051 | 14.946 | 19.048 | 15.925 | 14.956 |
| August | 15.744 | 16.107 | 15.126 | 15.313 | 14.603 | 15.645 | 15.812 | 14.698 |
| September | 12.516 | 13.347 | 12.138 | 12.493 | 12.509 | 13.403 | 12.366 | 11.690 |
| October | 7.671 | 8.390 | 10.092 | 9.914 | 9.021 | 9.532 | 7.677 | 7.092 |
| November | 2.222 | 3.362 | 5.095 | 6.596 | 5.321 | 5.191 | 4.122 | 2.610 |
| December | — 1.528 | 0.976 | 1.650 | 4.026 | 3.446 | 3.791 | 2.164 | 0.392 |
| Winter | — 1.705 | — 0.106 | 0.351 | 3.400 | 3.081 | 2.620 | 1.200 | 1.166 |
| Frühling | 8.155 | 10.089 | 12.548 | 11.454 | 8.811 | 9.372 | 7.996 | 8.732 |
| Sommer | 15.620 | 16.320 | 16.415 | 15.632 | 14.438 | 15.339 | 15.317 | 15.038 |
| Herbst | 7.570 | 8.539 | 9.526 | 9.490 | 8.773 | 9.616 | 8.480 | 8.438 |
| Jahr | 6.929 | 8.397 | 10.462 | 10.023 | 8.749 | 9.922 | 8.962 | 8.401 |

Petersburg 13 Jahre Réaum.

| | NO. | O. | SO. | S. | SW. | W. | NW. | N. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Januar | — 11.06 | — 8.05 | — 9.44 | — 8.16 | — 5.41 | — 5.78 | — 8.38 | — 8.09 |
| Februar | — 8.86 | — 8.01 | — 6.56 | — 5.82 | — 4.16 | — 5.09 | — 6.88 | — 8.02 |
| März | — 5.42 | — 2.93 | — 2.79 | — 0.88 | — 2.14 | — 3.48 | — 3.76 | — 4.22 |
| April | 0.97 | 1.46 | 3.63 | 4.39 | 2.78 | 1.99 | 1.25 | 0.48 |
| Mai | 6.38 | 6.99 | 9.84 | 9.23 | 7.28 | 7.98 | 6.35 | 4.89 |
| Juni | 11.58 | 12.20 | 13.68 | 14.23 | 13.35 | 12.46 | 10.10 | 10.93 |
| Juli | 13.64 | 14.54 | 14.90 | 14.84 | 14.63 | 13.14 | 12.53 | 11.86 |
| August | 12.44 | 12.94 | 13.67 | 13.85 | 13.39 | 12.96 | 11.48 | 9.11 |
| September | 6.88 | 9.53 | 9.51 | 10.03 | 9.38 | 9.09 | 5.71 | 6.34 |
| October | 2.80 | 3.14 | 4.14 | 4.56 | 5.08 | 4.68 | 1.66 | 1.42 |
| November | — 2.84 | — 2.61 | — 2.29 | — 0.14 | 0.61 | 0.71 | — 3.09 | — 2.34 |
| December | — 7.83 | — 7.31 | — 5.16 | — 2.76 | — 2.01 | — 3.04 | — 6.36 | — 5.69 |
| Jahr | 1.56 | 2.66 | 3.59 | 4.45 | 4.40 | 3.89 | 1.72 | 1.38 |

Reikiavig 6 Jahre Réaum.

| | NO. | O. | SO. | S. | SW. | W. | NW. | N. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Januar | — 2.9 | — 0.7 | 3.1 | 2.9 | — 1.7 | — | — 2.8 | — 4.0 |
| Februar | — 0.8 | — 0.7 | 0.5 | 1.6 | — 0.5 | — 1.5 | — 2.9 | — 6.6 |
| März | — 1.7 | 1.6 | 2.7 | 3.1 | 0.2 | — 1.2 | — 3.2 | — 5.2 |
| April | 1.6 | 1.8 | 3.8 | 3.3 | 0.8 | 4.0 | 2.6 | 0.0 |
| Mai | 6.5 | 7.0 | 8.0 | 7.7 | 7.3 | 8.5 | 7.2 | 1.8 |
| Juni | 10.3 | 9.3 | 9.3 | 8.7 | 8.1 | 9.9 | 10.7 | 7.1 |
| Juli | 12.0 | 12.4 | 12.1 | 12.8 | 11.4 | 11.3 | 13.2 | 12.5 |
| August | 11.1 | 11.2 | 11.2 | 11.6 | 10.8 | 10.4 | 11.0 | 9.4 |
| September | 7.8 | 7.8 | 8.5 | 7.5 | 8.1 | 7.8 | 6.1 | 5.6 |
| October | 3.0 | 3.2 | 3.7 | 3.4 | 3.8 | 4.2 | 3.9 | 1.5 |
| November | — 1.6 | 1.0 | 2.5 | 2.5 | 0.8 | 2.5 | — 1.6 | — 4.2 |
| December | — 2.5 | — 0.3 | 1.2 | 3.8 | — 1.4 | — 2.2 | — 3.9 | — 4.3 |
| Winter | — 2.1 | — 0.5 | 1.7 | 2.7 | — 1.2 | — 2.0 | — 3.1 | — 5.0 |
| Frühling | 2.2 | 4.0 | 5.7 | 4.5 | 2.1 | 4.2 | 1.8 | — 1.7 |
| Sommer | 11.0 | 11.2 | 11.0 | 10.7 | 10.2 | 10.3 | 11.6 | 9.9 |
| Herbst | 3.2 | 4.0 | 5.9 | 5.6 | 3.6 | 4.6 | 4.3 | 0.2 |
| Jahr | 1.7 | 4.1 | 5.8 | 6.5 | 2.9 | 6.2 | 6.1 | 1.4 |

Bezeichnet

$$t_x = b + b_, \sin(x + \beta_,) \sin(2x + \beta_{,,})$$

die Temperatur, welche der Windesrichtung x entspricht, so erhält man $x$, von Nord als Nullpunkt nach Ost gezählt:

Jahr. (Cent.)

| | b | b, | b,, | β, | β,, |
|---|---|---|---|---|---|
| Paris | 10.6238 | 1.2672 | 0.194 | 252°59′ | 168°25′ |
| London | 9.289 | 1.810 | 0.363 | 262°57′ | 269°14′ |
| Hamburg | 8.908 | 1.232 | 0.098 | 247°55′ | 109°22′ |
| Ofen | 10.565 | 1.488 | 0.220 | 269°20′ | 29°11′ |
| Moscau | 3.884 | 2.367 | 0.484 | 245°19′ | 245°17′ |
| Stockholm | 5.934 | 3.028 | 0.646 | 264°22′ | 273°46′ |
| Carlsruhe | 10.777 | 1.812 | 0.118 | 225°18′ | 158° |

Winter.

| | b | b, | b,, | β, | β,, |
|---|---|---|---|---|---|
| Paris | 2.9175 | 2.7762 | 0.2272 | 214°38′ | 190°1′ |
| London | 2.593 | 2.998 | 0.082 | 241°47′ | 16°52′ |
| Hamburg | — 0.452 | 3.326 | 0.294 | 215°3′ | 58°12′ |
| Ofen | — 0.475 | 1.449 | 0.458 | 238°50′ | 309°41′ |
| Moscau | — 9.405 | 5.621 | 0.438 | 241°11′ | 244°19′ |
| Stockholm | — 2.792 | 4.759 | 0.995 | 259°29′ | 252°45′ |
| Carlsruhe | 1.081 | 3.366 | 0.408 | 228°30′ | 113°50′ |

Frühling.

| | b | b, | b,, | β, | β,, |
|---|---|---|---|---|---|
| Paris | 9.985 | 1.2490 | 0.3172 | 263°37′ | 308°7′ |
| London | 8.7001 | 1.976 | 0.522 | 260°41′ | 257°16′ |
| Hamburg | 8.765 | 1.269 | 0.169 | 272°49′ | 158°21′ |
| Ofen | 10.575 | 1.747 | 0.411 | 267°31′ | 49°26′ |
| Moscau | 4.890 | 1.711 | 0.924 | 230°44′ | 284°35′ |
| Stockholm | 3.258 | 2.976 | 0.908 | 240°56′ | 241°45′ |
| Carlsruhe | 11.339 | 2.152 | 0.868 | 279°39′ | 166°5 |

Sommer.

| | b | $b_{,}$ | $b_{,,}$ | $\beta_{,}$ | $\beta_{,,}$ |
|---|---|---|---|---|---|
| Paris | 18.5638 | 1.5342 | 0.2872 | 359°39′ | 94°23′ |
| London | 16.295 | 1.209 | 0.657 | 296°30′ | 227°43 |
| Hamburg | 18.219 | 1.770 | 0.195 | 323°37′ | 108°40′ |
| Ofen | 21.845 | 1.755 | 0.182 | 305°55′ | 322°49′ |
| Moscau | 17.735 | 1.163 | 0.209 | 312°0′ | 221°3′ |
| Stockholm | 16.533 | 1.584 | 0.425 | 278°52′ | 337°30′ |
| Carlsruhe | 19.365 | 0.978 | 0.865 | 320°35′ | 262° |

Herbst.

| | b | $b_{,}$ | $b_{,,}$ | $\beta_{,}$ | $\beta_{,,}$ |
|---|---|---|---|---|---|
| Paris | 11.0163 | 1.8924 | 0.3411 | 253°53′ | 153° |
| London | 9.572 | 1.749 | 0.470 | 278°52′ | —8°31′ |
| Hamburg | 9.140 | 1.363 | 0.190 | 234°19′ | 279°50′ |
| Ofen | 10.556 | 1.625 | 0.565 | 253°32′ | 28°50′ |
| Moscau | 2.199 | 1.167 | 0.628 | 260°21′ | 212°29′ |
| Stockholm | 6.809 | 3.013 | 0.813 | 286°16′ | 296°6′ |
| Carlsruhe | 10.491 | 1.375 | 0.499 | 230°51′ | 184°23′ |

Die Resultate für Paris und London, aus Pogg. Ann. 11, p. 576 und 23, p. 61 von mir berechnet, die für Carlsruhe von Eisenlohr, die übrigen von Kämtz. Meteorol. 2, p. 34.

Atmische Windrosen.

Der einzige Ort, für welchen neuerdings die Elasticität der in der Luft verbreiteten Wasserdämpfe in ihrer Abhängigkeit von der Windesrichtung bestimmt worden ist, ist Halle. In den Jahren 1834 — 1837 war sie nach Kämtz Beobachtungen

| | | | |
|---|---|---|---|
| NO. | 2.‴91 | SW. | 3.‴31 |
| O. | 3.06 | W. | 3.22 |
| SO. | 3.24 | NW. | 3.06 |
| S. | 3.47 | N. | 2.98 |

Diese Vertheilung schliesst sich also nahe an die von London an, welche sich durch folgende Formel darstellen lässt:

$$
\begin{aligned}
cx = 0.''36687 &+ 0.''06675 \sin(x + 254°58') \\
&+ 0.01172 \sin(2x + 123°41')
\end{aligned}
$$

Die Berechnung solcher, so wie der thermischen und barometrischen Windrosen, ist besonders deswegen wichtig, weil sich nur durch sie und die relative Anzahl der einzelnen Windesrichtungen beurtheilen lässt, an welchen Stellen der gemässigten Zone die Luft vom Aequator nach dem Pole, oder in entgegengesetzter Richtung fliesst. Da nämlich der Wasserdampf, welchen Aequatorialwinde den Polen zuführen, in immer sich erneuernden Regen besonders an der Südwestseite der Gebirge sich niederschlägt, so wird in dem trocknen, nördlichen Winde zwar dieselbe Luftmasse über einen bestimmten Parallelkreis zu den Tropen zurückkehren, das aber, was als luftförmiger Begleiter auf dem Hinwege mit die Quecksilbersäule hob, fliesst theilweise unter dem Gefässe des Barometers als Tropfbarflüssiges zurück, ohne zur Erhebung der Quecksilbersäule mitzuwirken. Da nun ausserdem die Temperatur der nach dem Aequator zurückfliessenden Luft niedriger als die der von ihm herkommenden, so wird bei gleicher Luftmenge der Polarstrom schmaler sein, als der Aequatorialstrom. Geschieht das Hin- und Zurückströmen im Allgemeinen in veränderlichen Betten, bald über diesen Theil eines Parallelkreises bald über einen anderen, so sieht man unmittelbar, dass unter Voraussetzung eines in dieser Beziehung stattfindenden Gleichgewichts sich jeder Beobachtungsort öfter in einem Aequatorialstrome befinden wird, als in einem Polarstrome, die mittlere Windesrichtung also eine südwestliche werden wird. Die früher mitgetheilten mittleren aus Nordamerika zeigten, dass dort wie in Europa diese vorwaltend S. W. sind. Daraus folgt aber keinesweges, dass überall wirklich ein Abfliessen nach der kalten Zone hin stattfindet. Es kann vielmehr die über einen Parallelkreis im Jahre nach dem Pole fliessende Luftmenge dennoch genau compensirt werden, durch die von ihm zurückkehrende. Die Frage, ob an gewissen Stellen der Hinweg häufiger als der Rückweg geschieht, lässt sich aber bis jetzt nicht beantworten. Findet nirgends ein Ueberwiegen statt, so wird die Zurückführung der Gestalt der Isothermen auf mittlere Luftströme als bedingende Ursache, sehr unwahrscheinlich.

# Regen.

In Beziehung auf die Vertheilung der Regenmenge unter die einzelnen Jahreszeiten, giebt Kämtz (Vorlesungen über Meteorologie p. 175) für den Uebergang vom westlichen Europa zum östlichen folgende Tafel in Procenten der ganzen jährlichen Menge.

| | Winter | Frühling | Sommer | Herbst |
|---|---|---|---|---|
| Westl. England | 26.4 | 19.7 | 23.0 | 30.9 |
| Inneres England | 23.0 | 20.6 | 26.0 | 30.4 |
| Westl. Frankreich | 23.4 | 18.3 | 25.1 | 33.3 |
| Oestl. Frankreich | 19.5 | 23.4 | 29.8 | 27.3 |
| Deutschland | 18.2 | 21.6 | 37.1 | 23.2 |
| Petersburg | 13.6 | 19.4 | 36.5 | 30,5 |

woraus hervorgeht, dass die Regenmenge im Frühling in diesen verschiedenen Gegenden nahe dieselbe ist, die Regenmenge im Sommer hingegen, immer zunimmt, auf Kosten einer Verminderung der Winterregenmenge, wenn man von den Westküsten weiter nach Osten fortschreitet. Dies wird noch anschaulicher, wenn man die letztere als Einheit ansieht, und die Sommerregenmenge als vielfaches derselben bezeichnet, man erhält dann:

| | |
|---|---|
| westliches England | 0.868 |
| Inneres England | 1.131 |
| westl. Frankreich | 1.071 |
| östl. Frankreich | 1.540 |
| Deutshland | 2.042 |
| Petersburg | 2.670 |

In Beziehung auf die Vertheilung in den einzelnen Monaten giebt Schouw folgende Tafel: Tableau du Climat de l'Italie p. 186, und zwar die Zahlen Procente der jährlichen Menge.

| | Jan. | Febr. | März | April | May | Juni | Juli | Aug. | Sept. | Oct. | Nov. | Dec. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. Scandiavien | 6 | 5 | 4 | 6 | 7 | 9 | 12 | 13 | 11 | 10 | 10 | 7 |
| 2. Deutsche Ebenen | 6 | 7 | 6 | 6 | 8 | 13 | 13 | 10 | 8 | 8 | 7 | 8 |
| 3. Holland | 6 | 6 | 6 | 6 | 7 | 9 | 10 | 12 | 11 | 11 | 8 | 8 |
| 4. Rheinthal | 6 | 5 | 7 | 7 | 10 | 11 | 12 | 10 | 9 | 8 | 8 | 7 |
| 5. Nordrand der Alpen | 6 | 5 | 6 | 5 | 11 | 11 | 13 | 11 | 9 | 8 | 8 | 7 |
| 6. Alpen | 7 | 5 | 6 | 8 | 8 | 10 | 9 | 7 | 8 | 12 | 12 | 8 |
| 7. linkes Poufer | 8 | 5 | 6 | 8 | 9 | 9 | 8 | 8 | 9 | 11 | 11 | 8 |
| 8. Ungarn | 7 | 4 | 10 | 7 | 8 | 8 | 8 | 10 | 9 | 10 | 11 | 8 |
| 9. Wesküste Frankreichs | 8 | 7 | 7 | 7 | 8 | 8 | 7 | 6 | 9 | 12 | 11 | 10 |
| 10. rechtes Poufer | 7 | 7 | 7 | 6 | 9 | 9 | 5 | 7 | 10 | 14 | 10 | 9 |
| 11. Rhonethal nördl. v. 44° | 7 | 5 | 6 | 8 | 9 | 7 | 5 | 7 | 13 | 14 | 12 | 7 |
| 12. Südküste Frankreichs | 9 | 6 | 8 | 7 | 8 | 5 | 3 | 4 | 12 | 15 | 13 | 10 |
| 13. Apenninen | 10 | 7 | 8 | 8 | 7 | 6 | 3 | 4 | 8 | 14 | 13 | 12 |
| 14. ebenes Grossbrittan. | 8 | 7 | 6 | 7 | 7 | 8 | 10 | 9 | 9 | 10 | 10 | 9 |
| 15. gebirgiges | 8 | 8 | 6 | 6 | 7 | 6 | 10 | 10 | 9 | 11 | 9 | 10 |
| 16. Nordfrankr. u. Belgien | 8 | 8 | 6 | 8 | 9 | 11 | 9 | 9 | 9 | 7 | 9 | 7 |

oder die absoluten Mengen in französchen Zollen.

| | Jan. | Febr. | März | April | May | Juni | Juli | Aug. | Sept. | Oct. | Nov. | Dec. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Scandinavien | 1.49 | 1.10 | 0.91 | 1.12 | 1.48 | 1.83 | 2.35 | 2.51 | 2.22 | 2.05 | 1.98 | 1.43 |
| Deutsche Ebenen | 1.12 | 1.18 | 1.05 | 1.09 | 1.38 | 2.20 | 2.28 | 1.81 | 1.40 | 1.36 | 1.23 | 1.42 |
| Holland | 1.52 | 1.66 | 1.46 | 1.44 | 1.67 | 2.20 | 2.68 | 2.95 | 2.82 | 2.88 | 2.06 | 2.06 |
| Rheinthal | 1.43 | 1.34 | 1.65 | 1.65 | 2.35 | 2.57 | 2.79 | 2.36 | 2.27 | 1.85 | 2.02 | 1.79 |
| Nordrand der Alpen | 1.57 | 1.32 | 1.57 | 1.37 | 2.67 | 2.75 | 3.43 | 2.90 | 2.38 | 2.10 | 1.99 | 1.74 |
| Alpen | 3.93 | 2.96 | 3.36 | 4.14 | 4.40 | 5.41 | 5.05 | 4.06 | 4.63 | 6.43 | 6.71 | 4.28 |
| linkes Poufer | 2.70 | 1.74 | 2.10 | 2.57 | 3.05 | 3.10 | 2.76 | 2.64 | 3.12 | 3.92 | 3.73 | 2.87 |
| Ungarn | 1.18 | 0.66 | 1.63 | 1.14 | 1.28 | 1.32 | 1.35 | 1.53 | 1.38 | 1.57 | 1.77 | 1.22 |
| Westküste Frankreichs | 2.05 | 1.76 | 1.60 | 1.68 | 1.97 | 1.86 | 1.67 | 1.37 | 2.12 | 2.85 | 2.57 | 2.49 |
| rechtes Poufer | 1.56 | 1.61 | 1.68 | 1.44 | 2.00 | 2.20 | 1.28 | 1.64 | 2.44 | 3.40 | 2.32 | 2.00 |
| Rhonethal nördl. v. 44° | 2.19 | 1.76 | 1.83 | 2.59 | 2.75 | 2.40 | 1.75 | 2.19 | 4.10 | 4.66 | 4.00 | 2.39 |
| Südküste Frankreichs | 2.08 | 1.41 | 1.86 | 1.83 | 1.91 | 1.31 | 0.73 | 1.04 | 2.90 | 3.74 | 3.11 | 2.55 |
| Apenninen | 3.33 | 2.46 | 2.87 | 2.56 | 2.30 | 1.94 | 1.18 | 1.39 | 2.78 | 4.59 | 4.49 | 3.98 |
| ebenes Grossbittanien | 1.65 | 1.49 | 1.25 | 1.43 | 1.64 | 1.68 | 2.23 | 2.04 | 2.02 | 2.22 | 2.24 | 1.94 |
| gebirgiges - - | 2.96 | 2.87 | 2.10 | 2.08 | 2.58 | 2.42 | 3.60 | 3.58 | 3.51 | 3.90 | 3.42 | 3.62 |
| Nordfrankreich u. Belgien | 1.69 | 1.63 | 1.24 | 1.75 | 1.99 | 2.24 | 2.00 | 1.80 | 1.82 | 1.53 | 1.88 | 1.61 |

Diesen mittleren Bestimmungen liegen folgende Beobachtungen zum Grunde, wobei die neben dem Ortsnamen stehende Zahl die Anzahl der Jahre bezeichnet.

1. **Scandinavien**, Copenhagen[45], Lund[60], Vesterås[14] Wexiö[22], Upsala[23], Abo[43].
2. **Deutsche Ebenen**, Berlin[12], Sagan[12].
3. **Holland**, Zwanenburg[40], Franecker[13].
4. **Rheinthal.** Coblenz[11], Manheim[12], Carlsruhe[34], Strassburg[18],
5. **Nordrand der Alpen**, Genf[31], Peissenberg[10], Tübingen[10], Augsburg[16], Regensburg[36].
6. **Alpen**, Cercivento[17], Tolmezzo[22], Udine[16], Sacile[14], Conegliano[14], Valdobbliadene[21], Schio[18], Vicenza[17], Verona[36], Brescia[11].
7. **linkes Poufer**, Triest[12], Pirano[15], Padua[48], Chioggia[30], Mailand[43], Turin[15].
8. **Ungarn**, Ofen.
9. **Westküste Frankreichs**, Toulouse[12], Bordeaux[10], la Rochelle[17], la Vallerie[10].
10. **Rechtes Poufer**, Bologna[18], Parma[13].
11. **Rhonethal nördlich v. 44° B.** Orange[13], Viviers[40].
12. **Südküste Frankreichs**, Toulon[10], Marseille[15], Montpellier[26] Nimes[17].
13. **Apenninen**, Camajore[40], Florenz[16], Siena[10], Rom[40], Ariano[11], Molfetta[13], Palermo[24].
14. **Ebenes Grossbrittanien**, London[40], Hackney Wick[10], Lyndon[66], Chatworth[16], Borrowby[10], Glasgow[17], Edinburgh[27], Dublin[17].
15. **Gebirgiges Grossbrittanien**, Alderley Rectory[10], Liverpool[19], Manchester[25], Lancaster[20], Kendal[25], Dumfries[18], Branxholm[10].
16. **Nordfrankreich und Belgien**, Denainvilliers[11], Paris[44], Montmorenci[15].

In den ersten fünf Districten fällt daher das meiste Wasser im Sommer, und es zeigt sich überhaupt nur ein Maximum, in den darauf folgenden sechs zeigt sich ein Bestreben, ein zweites Maximum zu bilden; an der Westküste Frankreichs und in den Apenninen ist die Regenmenge im Sommer am kleinsten; in England und Nordfrankreich hingegen, die Vertheilung ziemlich gleichförmig im ganzen Jahre.

Für die Anzahl der Regentage giebt Schouw folgende Bestimmungen:

| | |
|---|---|
| Holland | 170 |
| Nordfrankreich und Belgien | 152 |
| Deutsche Ebene | 154 |
| Ungarische Ebene | 112 |
| Thal des Po | 88 |
| Süd Italien | 71 |

deutliche Zunahme mit der geographischen Breite.
ın man mit Hrn. v. Buch annimmt, dass die an den Gren-
tropischen Zone im Winter herabfallenden Regen, und
idlichen Europa regelmässig eintretenden Herbstregen ihre
ıg einer gemeinschaftlichen Ursache verdanken, nämlich
en äussern Grenzen der Passate herabkommenden Aequal-
lo liegt es nahe, die Sommerregen Mitteleuropas auf die-
ache zurückzuführen und anzunehmen:
s bei nördlicher Abweichung der Sonne, wo die ganze
ıng des Passates am weitesten nördlich liegt, jene oberen
ı grösster Mächtigigkeit den Boden erst im mittleren Eu-
ihren, und daher dann hier im Kampfe derselben mit
n Strömen das meiste Wasser herabfällt;
s zur Zeit der Herbstnachtgleiche diese Ströme erst süd-
ı Boden fassen, und dann die Länder des mittelländischen
ie mächtigsten Niederschläge haben;
s bei südlicher Declination der Sonne dieses südliche Her-
der Erscheinung im Extrem vorhanden sein wird, und
Regen der subtropischen Zone in Nordafrika Winterre-

s zur Zeit der Frühlingsnachtgleiche die Erscheinungen
r Herbstnachtgleiche ähnlich sein werde, also den Herbst-
deuropas eine Frühlingsregenzeit entsprechen wird.
e Frühlingsregenzeit kennt man in Lissabon, Minorca und
and, sie war auch schon den Römern bekannt. Man
er die Regenverhältnisse der gemässigten Zone unter fol-
sichtspunkte zusammenfassen:
Winterregenzeit an den Grenzen der Tropen tritt, je weiter
von diesen entfernen, immer mehr in zwei, durch schwä-
derschläge verbundene Maxima aus einander, welche in
nd in einem Sommermaximum zusammenfallen, von wo
emporaire Regenlosigkeit vollkommen aufhört.

Bekanntlich hat Dalton zuerst darauf aufmerksam gemacht, dass in England die grösste Regenmenge im Herbst fällt. Aehnliche Fälle scheinen überhaupt an den Westküsten zu gelten, besonders da, wo Gebirge an das Meer treten. Ausserdem zeigt sich da im Frühling eine auffallend geringe Regenmenge. Es fragt sich daher: bildet England eine Ausnahme in einer allgemeinen Regel, oder zeigen sich durch die Lage des mittelländischen Meeres gegen die Sahara nur hier die oben angegebenen Verhältnisse. Dies scheint Kämtz anzunehmen, nach welchem in Deutschland die reichlichen Niederschläge im Sommer dadurch entstehen, dass überhaupt die Courant ascendant Niederschläge dann die häufigsten sind, welche in Italien nur deswegen wegfallen, weil der südliche Strom in der Höhe von der Sahara kommend zu trocken ist, um sie veranlassen zu können, und dass die im Winter niedrigziehenden, von dem atlantischen Ocean aufsteigenden Wolken, ihren Wasserdampf früher absetzen als im Sommer, wo sie, durch weniger Hindernisse aufgehalten, weit in die Continente hineindringen.

Gegen diese letztere Erklärung scheint mir aber zu sprechen, dass in Nordamerika in gleicher Breite mit Italien sich ebenfals eine Tendenz der Regenmenge in zwei Maxima auseinander zu treten zeigt, nur mit dem Unterschiede, dass hier das Frühlingsmaximum das bedeutendste ist, wie folgende Tafel zeigt, der ich nicht die gehörige Vollständigkeit geben konnte, da mir zur Berechnung nur die fünf Jahre 1833, 1834, 1837, 1838, 1839, aus den Returns of Meteorological Observations in the State of New-York zu Gebote standen, deren Mittheilung ich der Güte des Herrn Redfield verdanke. Ich habe die Orte, welche weniger als 5 Jahre enthalten, weggelassen. Die Regenmengen sind in englischen Zollen.

| | Jan. | Feb. | März | April | Mai | Juni | Juli | Aug. | Sept. | Oct. | Nov. | Dec. | Jahr |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Albany | 2.13 | 2.23 | 2.06 | 2.32 | 6.16 | 4.49 | 4.32 | 3.25 | 2.93 | 3.91 | 2.48 | 2.82 | 39.09 |
| Auburn | 1.43 | 1.35 | 1.57 | 1.33 | 4.30 | 3.66 | 3.04 | 3.37 | 2.42 | 2.46 | 1.75 | 1.89 | 28.58 |
| Cambridge Washington | 2.31 | 2.34 | 1.70 | 3.46 | 4.59 | 5.03 | 3.56 | 4.31 | 2.98 | 3.82 | 2.61 | 1.80 | 38.50 |
| Canandaigua | 2.22 | 2.98 | 1.97 | 3.60 | 4.22 | 4.43 | 3.81 | 3.62 | 3.08 | 3.18 | 2.99 | 2.43 | 30.49 |
| Clinton | 2.29 | 2.26 | 2.29 | 2.31 | 3.83 | 3.35 | 3.31 | 2.77 | 4.40 | 4.58 | 2.33 | 3.29 | 36.79 |
| Erasmus Hall | 2.26 | 2.04 | 3.23 | 3.00 | 5.03 | 5.08 | 3.22 | 2.68 | 3.81 | 3.64 | 2.13 | 3.68 | 41.98 |
| Kinderhook | 1.37 | 1.01 | 1.81 | 2.69 | 4.80 | 3.98 | 4.32 | 2.55 | 2.56 | 3.71 | 1.86 | 2.46 | 33.13 |
| Kingston | 2.69 | 1.70 | 3.03 | 1.76 | 5.03 | 4.83 | 4.18 | 2.75 | 2.81 | 2.27 | 2.55 | 2.89 | 36.89 |
| Montgomery | 1.83 | 1.99 | 2.17 | 1.76 | 3.09 | 4.72 | 3.02 | 2.48 | 3.49 | 3.66 | 4.23 | 3.24 | 33.28 |
| Oneida Conferenz | 2.46 | 1.46 | 2.20 | 1.91 | 4.65 | 5.17 | 3.95 | 3.59 | 3.31 | 4.17 | 2.93 | 2.67 | 38.23 |
| Newburgh | 2.86 | 1.61 | 3.46 | 1.58 | 4.15 | 4.55 | 2.88 | 2.51 | 4.38 | 4.11 | 3.20 | 2.24 | 45.79 |
| Oxford | 2.35 | 1.39 | 1.59 | 1.48 | 5.15 | 3.92 | 3.99 | 3.22 | 3.05 | 3.40 | 2.30 | 1.91 | 33.78 |
| Pompey | 0.82 | 0.58 | 0.62 | 0.99 | 2.98 | 4.88 | 4.35 | 2.55 | 2.61 | 2.80 | 0.82 | 1.13 | 27.31 |
| St. Lawrence | 1.54 | 0.73 | 1.64 | 1.53 | 3.29 | 3.55 | 4.02 | 3.33 | 3.07 | 3.12 | 1.77 | 0.84 | 28.56 |
| Rochester | 1.15 | 1.75 | 1.59 | 1.65 | 3.82 | 2.69 | 2.46 | 2.68 | 1.55 | 3.10 | 2.35 | 1.48 | 26-75 |
| Union Hall | 1.27 | 1.64 | 2.71 | 2.42 | 3.93 | 3.95 | 3.95 | 1.99 | 3.73 | 3.29 | 2.91 | 1.91 | 34.00 |
| Mittel | 1.94 | 1.69 | 2.10 | 2.11 | 4.31 | 4.27 | 3.65 | 2.98 | 3.14 | 3.70 | 2.26 | 2.29 | 34.55 |

### Grosse Regenmenge.

Vom 14. Februar Abends 8 Uhr bis zum 15. Morgens 6 Uhr sah Roussin in Cayenne 10¼ fr. Zoll fallen, am 11. Mai 1832 fielen in Calcutta in 24 Stunden 12 engl. Zoll, in Bombay am 24. Juni 1828 8.″67, am 12. Juli desselben Jahres 7.″4, am 18. 7.″45, in Hurnee an der Küste des südlichen Konkun 8.″133, in Anjarakandy am 9. Juli 1819 7.″06, den 25. October 1822 in Genua nach Pagano 30 fr. Zoll, am 9. October 1827 in Joyeuse nach Tardy de Brossy's Beobachtungen in 22 Stunden 29″3‴, am 6. September 1801 in Viviers 13 Zoll 2. 3 Linien am 20. Mai 1827 in Genf innerhalb 3 Stunden 6 Zoll, am 21. September 1839 in Marseille 40 Millimeter in 25 Minuten nach Valz.

### Abnahme des Regens mit der Höhe.

Von 4 in der Nähe des Bodens aufgestellten Regemessern in York erhielt Philipps am 1. Juni bis 3. Sept. 1840 folgende Verhältnisse der Menge (Athenaeum 1840 p. 793).

| | |
|---|---|
| 12 Fuss über den Boden | 8206 |
| 6 - - - | 8259 |
| 3 - - - | 8314 |
| 0 - - - | 8407 |

Als Mittel dreijähriger Beobachtungen grösserer Höhenunterschiede nämlich des Münsters 241 Fuss 1.45 englische Zoll, des Daches des Museums 72 Fuss 8 Zoll und des Gartens 29 Fuss über dem Spiegel des Humber aber:

| Monate | Münster | Museum | Garten |
|---|---|---|---|
| 3 sommerliche | 13.″473 | 17.430 | 20.306 |
| 5 wärmere | 20.042 | 26.126 | 30.916 |
| 7 - - | 24.834 | 32.320 | 38.551 |
| 7 kältere | 18.220 | 25.100 | 33.999 |
| 5 - - | 14.130 | 19.789 | 26.879 |
| 3 winterliche | 14.138 | 12.170 | 17.320 |

oder in Procenten der untern Menge:

| ittl. Temp. | Münster | Museum | Schicht zwischen Garten u. Münst. | Gart. u. Dach |
|---|---|---|---|---|
| 60.°8F | 66.35 | 85.83 | 33.65 | 14.17 |
| 58.5 | 64.82 | 84.50 | 35.18 | 15.50 |
| 55.1 | 64.42 | 83.84 | 35.58 | 16.16 |
| 40.8 | 53.58 | 73.82 | 46.42 | 26.18 |
| 39.3 | 52.60 | 73.62 | 47.40 | 26.38 |
| 36.3 | 49.91 | 70.26 | 50.06 | 29.74 |
| 48.°2 | 59.15 | 79.14 | | |

Bezeichnet man mit $t_,$ die mittlere Temperatur der ersten olumne, und mit t das allgemeine Mittel des Jahres, mit d d' e Zahlen der beiden letzten Columnen, so ist

$$t : t_, = C : d + d_,$$

o C eine Constante. (Pogg. Ann. 43. 423.)

Vom 1. Februar 1834 bis 31. Januar 1835 haben Philips und ray auch die Ausdünstung an den drei Stationen gleichzeitig mit r Regenmenge beobachtet. Sie fanden von jedem vorhergehen n bis zum angegebenen Tage gerechnet ebenfalls in engl. Zollen:

| | Münster | Museum | Garten |
|---|---|---|---|
| 1. Febr. - 1. März | 2.330 | 1.220 | 0.640 |
| - - 6. - | 3.096 | 1.570 | 2.312 |
| - - 21. - | 4.936 | 2.480 | 2.924 |
| - - 12. April | 7.129 | 4.256 | 3.782 |
| - - 21. - | 8.229 | 4.846 | 4.432 |
| - - 1. Mai | 8.889 | 5.522 | 4.667 |
| - - 16. - | 11.068 | 6.738 | 5.482 |
| - - 18. Juni | 14.683 | 9.614 | 7.169 |
| - - 11. Juli | 18.159 | 10.829 | 9.694 |
| - - 21. - | 19.539 | 12.049 | 11.434 |
| - - 9. Aug. | 22.212 | 14.559 | 11.674 |
| - - 30. - | 23.707 | 16.549 | 12.694 |

Die Verdunstung nimmt daher mit der Höhe zu.

## Einfluss des Regens auf die Temperatur.

Der abkühlende Einfluss der Regen ist ein doppelter, einer-its wird durch die Wolkendecke, aus welcher der Regen herab lt, der Boden der directen Wirkung der Sonnenstrahlen entzo-

gen, die höheren Schichten der Atmosphäre daher, in einem stärkern Verhältniss erwärmt, als die unteren, anderseits wird durch die Verdampfung des herabgefallenen Wassers, dem Boden eine bedeutende Wärrmenge entzogen, die nicht durch die während des Niederschlags frei werdende compensirt wird, da der Niederschlag in der ganzen Luftschichte zwischen der Wolkendecke und dem Boden geschieht, die Verdampfung hingegen nur am Boden. In den tropischen Gegenden sinkt daher bei höchstem Sonnenstande die Temperatur, da mit diesem die Regenzeit zusammenfällt. Am deutlichsten aber tritt diese Erscheinung in Hindostan bei der Abwechselung des Moussons hervor, wo die Abkühlung so entschieden sich zeigt, dass das Maximum der Wärme in den Frühling fällt, und zwar desto später, je nördlicher der Beobachtungsort liegt, da die abkühlende Ursache der SW. Mousson von S. W. her heraufrückt. Daher findet sich das Maximum der Wärme an der Südspitze von Vorderindien und in Ceylon nämlich in Socotra, Colombo, Kandy, Anjarakandy, Ootacamund, Darwar, Mahabuleswur, Bangalore im April; in Seringapatam, Poona, Cawnpor, Nagpoor, Benares, Nasirabad, Mazufferpur, Ambala, im Mai; hingegen in Calcutta, Futtehgur Seharunpur, Massouree im Juni, endlich in Macao und Canton erst im Juli. So wie diese Regen aufhören, so folgt an vielen Orten im Herbst eine zweite Steigerung der Temperatur, Diese neue Temperaturzunahme würde die Regen als abkühlende Ursache schon sicher genug nachweisen, wenn nicht die Temperaturcurve von Madras, welche ohne Einbiegung von ihrem Minimum am 9. Januar bis zu ihrem Maximum am 15. Juni sich erhebt, und ebenso die Temperaturcurven der ebenfalls an der Westküste gelegene Orten Pondichery und Trinconomalee dies bis zur Evidenz erwiesen.

Die in der folgenden Tafel angegebenen Regenmengen sind in englischen Zollen, die Temperatur Fahrenheit.

Regenmenge.

| | Breite | Höhe | Jan. | Febr. | März | Apr. | Mai | Juni | Juli | Aug. | Sept. | Oct. | Nov. | Dec. | Jahr |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Anjarakandy | 11°40' | - | 0.053 | 0.087 | 0.369 | 1.174 | 6.945 | 31.102 | 38.914 | 22.573 | 12.280 | 6.259 | 2.671 | 1.194 | 123.521 |
| Darwar | 16°28' | 2250' | - | - | - | 1.30 | 1.38 | 9.49 | 6.20 | 2.39 | 2.88 | 2.52 | | | 26.16 |
| Seringapatam | 12°45' | 2264 | - | 0.30 | 0.01 | 2.47 | 5.46 | 5.85 | 1.86 | 1.37 | 0.80 | 4.07 | 1.51 | - | 23.70 |
| Bangalore | 12°58 | 2730 | - | - | 0.35 | 4.16 | 5.89 | 3.24 | 5.88 | 4.13 | 13.97 | 5.10 | 1.30 | - | 44.02 |
| Ootacamund | 11°35' | 6906 | - | 0.47 | 1.02 | 4.00 | 6.50 | 6.50 | 4.27 | 4.00 | 6.36 | 6.51 | 3.52 | 1.73 | 44.88 |
| Madras | 13°4' | - | 0.737 | 0.099 | 0.469 | 0.333 | 1.354 | 0.854 | 2.945 | 3.883 | 4.359 | 12.27 | 13.93 | 7.522 | 48.76 |
| Bombay | 18°56' | - | | | | | | 24.277 | 23.566 | 18.377 | 13.301 | 1.118 | - | - | 80.639 |
| Poonah | 18°31' | 1710 | 0.458 | - | 0.008 | 0.208 | 1.786 | 5.766 | 5.506 | 2.264 | 2.718 | 3.490 | 0.904 | 0.320 | 23.428 |
| Mahabuleshwur | 17°59' | 4220 | - | 0.25 | - | - | 0.16 | 32.03 | 118.60 | 75.91 | 65.97 | 9.29 | - | - | 302.21 |
| Benares | 25°18' | 300 | 1.062 | 1.762 | 0.610 | 0.041 | 1.204 | 4.039 | 19.917 | 14.438 | 8.116 | 2.418 | 0.448 | 0.738 | 43.636 |
| Khatmandu | 27°42' | 4355 | 0.440 | 1.790 | 0.173 | 2.609 | 3.115 | 7.252 | 12.048 | 11.859 | 6.268 | 4.956 | 0.474 | 1.211 | 52.195 |
| Darjiling | | 6957 | 0.20 | 0.52 | 0.10 | 1.93 | 6.16 | 11.59 | 31.25 | 24.51 | | | | | |
| Arracan | 20°35' | - | | | | | | - | 60. | 40. | 19.834 | | | | |
| Calcutta | 22°35' | - | 0.03 | 1.75 | 0.94 | 2.80 | 6.72 | 13.53 | 12.45 | 12.56 | 10.42 | 4.62 | 1.60 | 0.02 | 67.44 |
| Bancorah | | | 0.41 | 1.068 | 1.340 | 2.109 | 4.197 | 9.359 | 11.470 | 11.250 | 7.584 | 3.587 | 1.384 | 0.909 | 54.45 |
| Dacca | | | .19 | 0.91 | 3.66 | 4.39 | 9.66 | 11.99 | 8.96 | 12.30 | 10.80 | 6.83 | 0.58 | 0.48 | 70.72 |
| Canton | 23°7' | - | 0.67 | 1.70 | 2.15 | 5.76 | 18.85 | 11.10 | 7.75 | 9.90 | 10.93 | 5.50 | 2.46 | 0.97 | 77.64 |
| Macao | 22°10' | - | 0.6 | 1.6 | 2.1 | 4.6 | 12.1 | 10.8 | 7.2 | 9.9 | 10.6 | 6.1 | 2.4 | 1.1 | 69.1 |
| Kandy | 7°17' | 1580 | 5.55 | 0.95 | 6.58 | 8.05 | 3.83 | 5.70 | 7.37 | 5 92 | 6.45 | 11.60 | 13.60 | 8.88 | 84.48 |
| Gondar u. Koskam | | | - | - | - | - | 2.609 | 5.347 | 12.224 | 12.794 | 5.086 | | | | |
| Port Louis auf Mauritius | 20°10' | | 2.87 | 5.00 | 13.07 | 6.63 | 0.67 | 0.66 | 0.25 | 2.13 | 0.27 | 0.21 | 1.29 | 0.44 | 33.49 |
| Paramatta | 33°19' | | 1.09 | 5.26 | 6.66 | 7.22 | 0.56 | - | - | - | - | 3.413 | 0.516 | 5.235 | 29.95 |

Temperatur. (Fahr.)

| | Breite | Höhe | Jan | Feb. | März | Apr. | Mai | Juni | Juli | Aug. | Sept. | Oct. | Nov. | Dec. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Socotra | | | 78.05 | 77.85 | 78.20 | 88.45 | 85.10 | | | | | | | |
| Singapore | 1°17′ | | 78.97 | 79.99 | 80.29 | 81.20 | 81.37 | 81.80 | 82.54 | 80.65 | 81.89 | 81.31 | 80.10 | 79.23 |
| Aler Gajah | 2°16′ | | | | | | | | | 82.7 | 81.4 | 80.6 | 80.6 | 82.2 |
| Colombo | 6°57′ | | 79.2 | 80.4 | 82.38 | 84.33 | 83.80 | 81.70 | 80.30 | 80.60 | 80.23 | 79.4 | 78.75 | 77.85 |
| Kandy | 7°17′ | 1580 | 70.6 | 72.52 | 74.08 | 73.77 | 74.58 | 73.15 | 72.52 | 73.32 | 72.7 | 72.23 | 72.67 | 71.8 |
| Trinconomalie | 8°33′ | | 77.6 | 76.5 | 77.4 | 80. | 82.4 | 83.8 | 84.4 | 83.5 | 82.7 | 83.1 | 79.7 | 77.9 |
| Anjarakandy | 11°40′ | | 79.7 | 81.9 | 83.8 | 85.6 | 83.7 | 79.8 | 78.4 | 79.1 | 79.6 | 80.7 | 80.6 | 80.2 |
| Ootacamund | 11°35′ | 6906 | 53.0 | 54.8 | 59.2 | 62.7 | 62.2 | 60. | 57.2 | 58.1 | 58.0 | 58.0 | 56.0 | 52.5 |
| Seringapatam | 12°45′ | 2264 | 69. | 74. | 79.7 | 83. | 83.5 | 77.7 | 73.2 | 74. | 75.5 | 76.5 | 72 | 71. |
| Darwar | 16 28′ | 2250 | 70.16 | 74.71 | 77.22 | 80.42 | 80.27 | 74.78 | 72.90 | 72.65 | 72.88 | 76.13 | | |
| Bangalore | 12°58′ | 1730 | 69.50 | 72.5 | 78.75 | 78.50 | 78.50 | 75.25 | 73.75 | 73.25 | 73.75 | 70.50 | 71.37 | 69.25 |
| Pondichery | 11°56′ | | 79.7 | 83. | 88 | 91.5 | 94 | 95.4 | 93.8 | 92. | 89.5 | 85. | 81.2 | 80.3 |
| Madras | 13°4′ | | 75.17 | 77.16 | 79.92 | 82.42 | 86.94 | 88.16 | 85.65 | 84.73 | 83.83 | 81.86 | 78.67 | 78.84 |
| Bombay | 18°56′ | | 74.95 | 78.97 | 79.98 | 83.53 | 86.30 | 83.35 | 82.86 | 80.45 | 80.86 | 83.50 | 81.78 | 75.23 |
| Poonah | 18 31′ | 1710 | 70.66 | 73.70 | 74.12 | 81.97 | 82.27 | 80.79 | 77.41 | 77.13 | 77.11 | 79.14 | 76.42 | 70.57 |
| Mahabuleshwur | 17°59′ | 4220 | 65.7 | 67.5 | 74.0 | 74.4 | 73.9 | 66.3 | 64.9 | 65.3 | 65.0 | 65.5 | 63.5 | 62.3 |

Temperatur. (Fahr.)

| | Breite | Höhe. | Jan. | Febr. | März | Apr. | Mai | Juni | Juli | Aug. | Sept. | Oct. | Nov. | Dec. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Cawnpore | 26°29′ | 500 | 63.8 | 769.5 | 72.15 | 88.55 | 96.50 | 91.23 | 86.65 | 87.4 | 85.03 | 78.95 | 75.25 | 67.5 |
| Nagpur | 21°9′ | | 71.36 | 4.87 | 84.26 | 93.00 | 96.27 | 86.03 | 81. | 81.14 | 81.52 | 81.56 | 75.37 | 72.65 |
| Benares | 25°18 | | 62.56 | 72.49 | 79.09 | 89.91 | 94.35 | 90.28 | 85 71 | 85.72 | 85.39 | 81.49 | 72.13 | 63.45 |
| Nasirabad | 26°18′ | 1400 | 59.2 | 62 7 | 71.8 | 82.6 | 90.4 | 90.1 | 85.7 | 82.7 | 82.5 | 78.8 | 68.5 | 68.2 |
| Mozufferpur | 26°7′ | | 56.79 | 64.60 | 73.59 | 81.59 | 86.90 | 86.43 | 84.35 | 83.08 | 82.57 | 78.17 | 67.52 | 60.90 |
| Ambala | 30 25 | 1000 | 51.4 | 60.2 | 70.5 | 80.85 | 100. | 96.33 | 84.8 | 86. | 84.1 | 75.2 | 64.3 | 56.85 |
| Futtehgur | 27°21 | | 57.3 | 63.2 | 74.4 | 85.1 | 90. | 95. | 87.25 | 85.1 | 84.15 | 75.4 | 68.8 | 58.0 |
| Khatmandu | 27°42 | | 48.1 | 51.5 | 56.2 | 64.5 | 71.63 | 74.4 | 67.3 | 74.1 | 72.02 | 64.58 | 55.4 | 46.28 |
| Caineville | | | | | | | | 69.1 | 67.35 | 67.4 | 96.35 | 60.41 | 55.6 | |
| Darjiling | 27° | 6540 | 40. | 42.1 | 50.75 | 55.9 | 56.65 | 61.25 | 61.4 | 61.75 | | | | 43.25 |
| Simla | 31°6′ | 7020 | | | | | 73.95 | 70. | 57.15 | 67.2 | 66.3 | 60.4 | 55.6 | |
| Mussooree | 30 27 | 5890 | 39. | 39.5 | 52. | 60 | 72.5 | 73. | 65.5 | 65.5 | 61.5 | 60.5 | 52. | 04 |
| Seharunpur | 31° | | 52. | 55. | 67. | 78 | 85. | 90 | 85. | 83. | 79 | 74 | 64 | 55 |
| Calcutta | 22°35′ | | 65.21 | 70.62 | 78.05 | 83.28 | 85.47 | 86.69 | 82.61 | 82.88 | 82.41 | 80.98 | 73.46 | 66.50 |
| Macao | 22°10′ | | 65. | 54.67 | 64.4 | 71. | 77.2 | 82. | 62.6 | 82.6 | 81. | 76.2 | 68.2 | 6. |
| Canton | 23°7′ | | 52.5 | 56. | 25 6 | 70 | 77 | 81. | 83. | 82. | 80.03 | 73.35 | 65.2 | 57.31 |

Da es schon Verwunderung erregt hat, dass an zwei nahegelegenen Orten auf Guadeloupe, in Basseterre und Matouba, die Regenmenge vom Einfachen auf das Doppelte schwanke von 3231 Millimeter auf 7425, so muss der enorme Einfluss der Localität am West- und Ostabhange, wie er sich in Bombay, Poonah und Mahabuleshwur zeigt, wirklich in Erstaunen setzen, denn hier finden wir

| | N. B. | L. v. G. | Höhe | Regenmenge |
|---|---|---|---|---|
| Bombay | 18°56′ | 72°46 | — | 80″.64 |
| Mahabuleshwur | 17°59′ | 73°30 | 42°20 | 302.21 |
| Poonah | 18°31 | 74°6 | 1710′ | 23.43 |

also ein Unterschied vom Einfachen bis zum Dreizenfachen. Dieser Regen fällt in Strömen aus einem dichten Nebel oder einer Wolkenmasse, welche sechs Wochen lang bei ziemlich unveränderter Temperatur den Boden bedeckt. Colonel Sykes erklärt die Erscheinung dadurch, dass die Masse Wasserdämpfe, welche mit dem S. W. Mousson vom indischen Meere an die Küsten gelangt, ein Stratum von geringer Höhe aber bedeutender Mächtigkeit bildet, indem die obere Grenze desselben nicht fünf- bis sechstausend Fuss übertrifft, die untere Grenze aber 1500 bis 1800 Fuss beträgt. Der S. W. Mousson drängt an der Mauer der Ghates diese Wasserdämpfe in höhere Gegenden, welche mit kälterer Luft sich mischend sich so vollständig condensiren, dass nur wenig ostwärts der Gebirge gelangen, und hier daher die Regenmenge so plötzlich abnimmt. (Report. of the ninth meeting of the British Associ. 1839. p. 16.)

In der gemässigten Zone ist im Herbst und Winter die Temperatur eines von Niederschlag begleiteten Windes höher als die mittlere Temperatur desselben, im Sommer findet das umgekehrte statt. Dies geht aus der folgenden Tafel hervor, welche sich auf die Berechnung 24 jähriger Beobachtungen von Howard in London gründet. Ich verstehe dabei unter Regenwinden die, wo der Niederschlag so bedeutend war, dass er am Tage selbst aufgezeichnet wurde. Die Grade sind Centesimal. (Pogg. Ann. 31, p. 546.)

| | Winter | Frühling | Sommer | Herbst | Jahr |
|---|---|---|---|---|---|
| SW. | + 0.410 | — 0.167 | — 0.458 | — 0.194 | — 0.104 |
| W. | + 1.240 | — 0.857 | — 1.003 | — 0.005 | — 0.157 |
| NW. | + 1.783 | + 1.144 | — 0.683 | + 0.911 | + 0.539 |
| N. | + 2.105 | + 0.192 | — 0.325 | + 0.772 | + 0.686 |
| NO. | + 2.325 | + 0.385 | — 0.662 | + 0.307 | + 0.586 |
| O. | + 2.378 | — 0.200 | — 0.898 | + 0.508 | + 0.446 |
| SO. | + 2.141 | + 1.093 | — 0.328 | + 0.377 | + 0.793 |
| S. | + 0.274 | — 0.141 | — 0.484 | — 0.571 | — 0.230 |

Aus diesen numerischen Werthen, bei welchem + eine Er- ihung der Temperatur während des Niederschlags, — eine Er- ederung derselben bezeichnet, geht ausserdem hervor, dass bei 'estwinden diese vorwaltet, bei Ostwinden jene. Da nach dem Dre- ingsgesetz bei Ostwinden der kalte Wind durch den wärmern ırdrängt wird, bei Westwinden dieser durch jenen, so sieht man, ıss während des Niederschlags dies Verdrängen rascher erfolgt, s ohne Niederschlag. Die Temperaturen sind aus den täglichen xtremen bestimmt. Die tägliche Oscillation ist daher eliminirt.

Kämtz hat aus neunjährigen Beobachtungen in Ofen die onatlichen Temperaturen bei ganz heiteren und ganz trüben Him- el bestimmt, und in den auf einander folgenden Monaten fol- ende Differenzen erhalten, wenn die Temperatur bei heiteren immel abgezogen wird, von der bei bedeckten: (Cent.)
ovember bis März + 1.02, + 1.26, + 2.72, + 3.26, + 0.52
pr. bis Oct. — 1.62, — 4.00, — 3.03, — 2.54, — 2.76, — 2.06, -0.18

Diese Zahlen können aber nicht als absolute angesehen wer- en, da die Beobachtungsstunden 7. 2. 9, bei bedecktem Himmel ine andere Correction zu der Zurückführung auf wahre Mittel rfordern würden, als die bei heiterm Himmel.

# Druck der Atmosphäre.

Drückte die etwas weniger als ein Milliontheil der Erdmasse betragende Atmosphäre überall gleich stark auf ihre flüssige Grundlage den Meeresspiegel, so würde wegen der Abnahme der Schwere von dem Pole nach dem Aequator hin, das Product aus der Pendellänge in den Barometerstand für alle Breiten dasselbe sein. Bezeichnet man unter der Breite $\varphi$ die Pendellänge mit l, den Barometerstand, unter der Voraussetzung überall gleichen Druckes, mit b, so wird, wenn nach Schmidt (mathematische Geographie p. 381)

$$l = l_0\ (1 + 0.0052005 \sin^2 \varphi)$$

ist, dann

$$b = b_0 \left(\frac{1}{1 + 0.0052005 \sin^2 \varphi}\right)$$

werden. Wäre empirisch der mittlere Druck p der Atmosphäre bekannt, so würde, wenn dieser unter der Breite $\varphi$, stattfände, der unter irgend einer andern Breite $\varphi_{,,}$ unter der Voraussetzung überall gleichen Druckes, zu erwartende Barometerstand durch folgende Gleichung gegeben:

$$b_{,,} = p \left(\frac{1 + 0.0052005 \sin^2 \varphi_,}{1 + 0.0052005 \sin^2 \varphi_{,,}}\right)$$

Verglieche man den so berechneten Werth mit dem wirklich beobachteten, so würde man aus dem Unterschiede beider unmittelbar erfahren, ob der atmosphärische Druck an jenem Orte den normalen überträfe oder hinter ihm zurückbliebe. Obgleich wir nun den mittleren Druck der Atmosphäre nicht genau kennen, so lässt sich doch aus den bisherigen Beobachtungen entnehmen, dass der unter der Breite von 45° zu erwartende normale, zwischen 334''' und 338''' fallen wird. Dann würde der unter jeder andern Breite stattfindende sein:

$$b = b_{45}\ (1 - 0.0025935 \cos^2 \varphi)$$

Die folgende Tafel enthält die unter dieser Voraussetzung von Poggendorf berechneten Werthe.

*) Annal. 37, p. 473.

## Schwere Correction.

unter 45° substractiv, über 45° additiv.

| Breite | Barometerstand 338‴ | 334‴ | Breite | Breite | Barometerstand 338‴ | 334‴ | Breite |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| — 0 | 0.874 | 0.864 | 90 | —23 | 0.608 | 0.601 | 67 |
| — 1 | 0.873 | 0.863 | 89 | —24 | 0.586 | 0.579 | 66 |
| — 2 | 0.872 | 0.862 | 88 | —25 | 0.563 | 0.556 | 65 |
| — 3 | 0.870 | 0.859 | 87 | —26 | 0.539 | 0.532 | 64 |
| — 4 | 0.866 | 0.856 | 86 | —27 | 0.514 | 0.508 | 63 |
| — 5 | 0.861 | 0.851 | 85 | —28 | 0.489 | 0.484 | 62 |
| — 6 | 0.855 | 0.845 | 84 | —29 | 0.464 | 0.459 | 61 |
| — 7 | 0.848 | 0.838 | 83 | —30 | 0.438 | 0.433 | 60 |
| — 8 | 0.840 | 0.830 | 82 | —31 | 0.411 | 0.406 | 59 |
| — 9 | 0.832 | 0.822 | 81 | —32 | 0.384 | 0.379 | 58 |
| —10 | 0.822 | 0.812 | 80 | —33 | 0.356 | 0.352 | 57 |
| —11 | 0.811 | 0.801 | 79 | —34 | 0.328 | 0.325 | 56 |
| —12 | 0.799 | 0.789 | 78 | —35 | 0.300 | 0.296 | 55 |
| —13 | 0.786 | 0.777 | 77 | —36 | 0.271 | 0.267 | 54 |
| —14 | 0.772 | 0.763 | 76 | —37 | 0.242 | 0.239 | 53 |
| —15 | 0.757 | 0.749 | 75 | —38 | 0.212 | 0.210 | 52 |
| —16 | 0.741 | 0.733 | 74 | —39 | 0.182 | 0.181 | 51 |
| —17 | 0.725 | 0.716 | 73 | —40 | 0.152 | 0.150 | 50 |
| —18 | 0.708 | 0.699 | 72 | —41 | 0.122 | 0.121 | 49 |
| —19 | 0.690 | 0.682 | 71 | —42 | 0.092 | 0.090 | 48 |
| —20 | 0.670 | 0.662 | 70 | —43 | 0.062 | 0.060 | 47 |
| —21 | 0.650 | 0.642 | 69 | —44 | 0.031 | 0.030 | 46 |
| —22 | 0.629 | 0.622 | 68 | —45 | 0.000 | 0.000 | 45 |

Da der Unterschied zwischen jenen beiden Annahmen höchstens 0.‴01 beträgt, eine Grösse, bis zu welcher die mittlere Barometerhöhe keines Ortes mit Sicherheit verbürgt werden kann, so kann man sich dieser Tafel bei der Vergleichung der wirklich beobachteten barometrischen Mittel mit der so berechneten bedienen, d. h. an jedes beobachtete Mittel die in der Tafel gegebene entsprechende Verbesserung anbringen.

Was nun die Bestimmung des in der Wirklichkeit stattfindenden Druckes am Meeresspiegel betrifft, so ist klar, dass aus monatlichen Mitteln nur dann ein Schluss auf das jähr-

liche Mittel gemacht werden kann, wenn das Barometer in der jährlichen Periode keine entschiedene periodische Veränderung erleidet. Ist nämlich der Druck der Atmosphäre eine Function der Sonnenlänge, so kann erst nach Elimination jener Veränderung aus Beobachtungen einzelner Abschnitte des Jahres das jährliche Mittel bestimmt werden. In dieser Beziehung verhält sich nun das Barometer ganz verschieden vom Thermometer. Während nämlich die Veränderungen der Temperaturen in der jährlichen Periode desto bedeutender werden, je mehr wir uns vom Aequator nach den Polen hin entfernen, sind gerade die jährlichen Aendungnn des atmosphärischen Druckes innerhalb der Tropen viel bedeutender als ausserhalb derselben; ausserdem, wie ich früher gezeigt habe *) in den verschiedenen Zonen ganz verschiedenen Gesetzen unterworfen. In der kalten Zone fällt nämlich das Maximum des Druckes in den Frühling, das Minimum in den Sommer, in der gemässigten, das Maximum in den Sommer, das Minimum in den Frühling und Herbst, in der heissen Zone hingegen findet zwischen dem Maximum des Winters und dem Minimum des Sommers ein ununterbrochener regelmässiger Uebergang statt. Da aber die Grösse des Unterschiedes zwischen Maximum und Minimum an verschiedenen Orten derselben Zone verschieden ist, so kann man ohne Berücksichtigung jener Correctionen selbst innerhalb der Tropen zu unrichtigen Schlüssen gelangen.

In der folgenden Tafel habe ich, um von dem Phänomen selbst, da wo es am reinsten hervortritt, nämlich in der Gegend der Moussons, eine bestimmte Anschauung zu geben, die jährliche Aenderung des barometrischeu Druckes von der Südgrenze (Capstadt) bis zur Nordgrenze in Macao und Canton an den Orten zusammengestellt, von welchen mir Beobachtungen bekannt waren, die sämmtlich in französischen Linien angegeben und auf den Frostpunkt reducirt worden sind. Der Anblick der Tafel lehrt, dass die Erscheinung selbst sich auf den bedeutenden Höhen der Ghates und des Himalaya geltend macht, dass sie zunimmt vom Aequator nach den Wendekreisen, und hier die volle Grösse eines halben Zolles erhält, um welche der Druck der Sommermonate geringer ist als der der entschiedenen Wintermonate.

*) Pogg. Ann.

Es ist daher klar, dass bei gleichem mittleren atmosphärischen Druck ein Schiff, wenn es von einem Wendekreise zum andern schiffte, in den verschiedenen Jahreszeiten ganz entgegengesetzte Resultate erhalten würde, einmal ein Zunehmen und dann ein Abnehmen, und dass daher zu hypsometrischen Messungen in benachbarten Gegenden nur Mittel angewendet werden können, welche von dieser periodischen Aenderung vorher befreit worden sind, da noch nicht bekannt ist, wo und wie die Erscheinung der Moussons in die unscheinbare Veränderungen der Passatzone übergeht. Die Beobachtungen von Christiansburg an der Guineaküste beweisen, dass die sogenannten Westindia Moussons ähnliche Veränderungen hervorrufen, und geben wie die von St. Fe de Bogota einen schönen Beleg des Uebergreifens der meteorologischen Verhältnisse der Südhälfte der Erde über den Aequator auf die Nordhälfte. Ausserdem folgt aus der Ansicht dieser Tafel als unmittelbare Folge die von A. v. Humboldt zuerst bemerkte und von A. Ermann, Herschel und Schouw dann näher bestätigte Abnahme des atmosphärischen Druckes von der äussern Grenze der Passate nach der Gegend der Calmen. Da nämlich hier die Stelle, wo die Luft aufsteigt nicht so weit herauf- und herunterrückt, dass sie sich in den Sommermonaten an dem nördlichen Wendekreise befindet, sondern immer nahe in der Gegend der Calmen fixirt bleibt, so wird die Stelle des geringsten Druckes und die des höchsten nur wenig im Laufe des Jahres fortrücken, vielmehr jene in der Nähe des Aequators, diese in der Nähe des Wendekreise fixirt bleiben.

Baromerstand in pariser Linien bei 0°.

| | Höhe | Jan. | Feb. | März | April | Mai | Juni | Juli | Aug. | Sept. | Oct. | Nov. | Dec. | Unt. | Breite |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Bombay | | 337.97 | 337.66 | 337.16 | 336.20 | 335.68 | 335.07 | 334.17 | 334.41 | 335.34 | 336.71 | 337.12 | 337.26 | 2.90 | 18°56′ |
| Hurrechundergur | 3660 | | | 291.83 | 290.43 | 290 92 | | | | | | | | | 19°23′ |
| Mahabuleshwur | 4220 | 286.73 | 286.51 | 287.98 | 287.55 | 286.75 | 285.74 | 285.08 | 285.45 | | | 287.13 | 287.10 | 2.90 | 17°59 |
| Poonah | 1710 | 316.25 | 315.29 | 314.73 | 314.23 | 312.56 | 312.45 | 312.87 | 313.49 | 314.35 | 314.69 | 315.76 | 316.03 | 3.60 | 18°31′ |
| Madras | | 337.34 | 337.18 | 336.70 | 335.67 | 334.37 | 334.44 | 334.59 | 334.75 | 335.10 | 335.54 | 335.79 | 337.11 | 2.97 | 13°4′ |
| Seringapatam | 2264 | 311.01 | 310.45 | 309.56 | 308.65 | 308.34 | 308.11 | 308.29 | 308.30 | 308.52 | 309.31 | 309.55 | 309.69 | 2.90 | 12°45′ |
| Bangalore | 3000 | 306.76 | 305.68 | 305.07 | 304.61 | 304.19 | 30.375 | 303.67 | 303.19 | 303.43 | 303.59 | 304.08 | 304.33 | 2.57 | 12°55′ |
| Ootacamund | 6906 | 261.13 | 260.91 | 260.37 | 259.79 | 258.96 | 288.33 | 257.84 | 258.07 | 258.63 | 259.53 | 259.87 | 261.00 | 3.29 | 11°35′ |
| Socotra | | 331.26 | 331.03 | 330.81 | - | 327.50 | 327.47 | | | | | | | 3.78† | |
| Mozufferpur | | 334.29 | 333.61 | 332.32 | 331.40 | 329.74 | 329.17 | 328.84 | 329.40 | 330.25 | 332.13 | 334.13 | 334.22 | 5.45 | 26°8′ |
| Benares | 300 | 334.81 | 333.76 | 333.00 | 331.29 | 330.26 | 328.54 | 328.33 | 329.51 | 330.69 | 332.63 | 333.83 | 334.90 | 6.54 | 25°18′ |
| Calcutta | | 337.33 | 337.00 | 335.94 | 335.28 | 333.29 | 322.22 | 331.95 | 332.51 | 333.72 | 335.26 | 337.51 | 337.63 | 5.68 | 22°35′ |
| Macao | | 340.42 | 340.01 | 339.60 | 337.76 | 337.63 | 335.71 | 335.98 | 337.98 | 337.89 | 338.40 | 339.64 | 340.74 | 5.03 | 22°10′ |
| Canton | | 339 58 | 338.56 | 338.70 | 337.00 | 335.59 | 334.96 | 334.43 | 334.67 | 335.41 | 336.60 | 338.66 | 338.57 | 5.15 | 23°7 |
| Nasirabad | 1400 | 320.61 | 319.62 | 318.83 | 317.79 | 316.49 | 315.23 | 314.97 | 315.54 | 316.81 | 318.70 | 320.12 | 320.34 | 5.64 | 26°18 |
| Khatmandu | 4355 | 384.61 | 283.73 | 284.84 | | 284.84 | 282.45 | 281.69 | 280.83 | 280.73 | 282.97 | 283.91 | 284.61 | 4.11 | 27°42 |
| Mussoree | 6100 | | | | - | 268.77 | 268.28 | 268.41 | 268.18 | 269.51 | 270.68 | 271.01 | | 2.83+x | |
| Darjilling | 6950 | 262.18 | 262.12 | 261.80 | 261.46 | 261.24 | 260.58 | 260.00 | 260.85 | | | | 262.71 | .71 | |
| Simla | | | | | | 267.94 | 267.53 | 267.26 | 268.00 | 268.78 | 269.98 | 271.01 | | 3.75 | +x |
| Kohgurh | 6230 | 266.57 | 266.20 | 267.00 | | | | | | 267.13 | 266.95 | 267.61 | 268.03 | | |
| Cawnpur | | | 334.33 | 332.25 | 331.06 | 328.97 | 328.62 | 328.85 | 329.97 | 331.10 | 331.81 | 333.82 | 334.14 | 5.71 | |
| Batavia | | 334.93 | 334.91 | 334.84 | 334.49 | 334.73 | 335.19 | 335.05 | 335.13 | 335.17 | 335.33 | 335.05 | 335.23 | 0.84 | - 6°9′ |
| Mauritius | | 333.54 | 332.25 | 328.87 | 330.42 | 336.06 | 334.97 | 336.38 | 336.40 | 336.18 | 336.04 | 334.86 | 334.63 | ? | -20°10 |
| Capstadt | | 337.08 | 337.24 | 337.42 | 338.15 | 338.84 | 338.95 | 339.65 | 339.15 | 338.69 | 338.69 | 337.53 | 337.52 | 2.57 | -33°55 |
| Christiansburg | | 336.59 | 335.84 | 335.90 | 335.91 | 336.59 | 337.35 | 337.64 | 337.64 | 337.11 | 336.66 | 336.33 | 336.17 | 1.81 | |

In der Passatzone ist die Anzahl der Orte, für welche man das jährliche barometrische Mittel kennt, sehr gering. Die Kenntniss der Vertheilung des atmosphärischen Druckes in derselben, beschränkt sich daher vorzugsweise auf die Beobachtungen der Seefahrer, welche in mehr oder minder schnellen Fahrten diese Zone durchschnitten. Der Vortheil der Identität des beobachteten Instrumentes wird dabei aber theilweise aufgewogen, durch die aus der Kürze des Zeitraums, welchen die Beobachtungen umfassen, entstehende Unsicherheit. Ein gefundenes Ergebniss kann daher nur auf Gültigkeit Anspruch machen, wenn es aus den zu verschiedenen Zeiten und an verschiedenen Orten angestellten Beobachtungen folgt. Dies ist aber jetzt der Fall in Beziehung auf die Thatsache, dass der Druck von der äusseren Grenze der Passate nach der Gegend der Calmen hin continuirlich abnimmt. Nachdem A. v. Humboldt (Rel. Hist. III, p. 313) nachgewiesen hatte, dass das Baromer am Aequater 2 Millimeter tiefer stehe, als an den französischen Küsten, und als Grund dieser Verminderung des atmosphärischen Druckes den aufsteigenden Luftstrom angegeben hatte, und L. v. Buch in seiner Canarischen Reise auf den hohen Druck an der nördlichen Grenze der Tropen aufmerksam gemacht hatte, konnte man allerdings vermuthen, dass der Uebergang von einem Extrem in das andere durch alle Mittelstufen allmählig hindurchgehen werde. Da aber jene Verminderung des Druckes am Aequator eben so wenig als die Vermehrung desselben an den Wendekreisen durch Beobachtungen unter sehr verschiedenen Längen als ein allgemeines Phänomen nachgewiesen war, so können die neuern Beobachtungen einer von den Wendekreisen nach dem Aequator hin stetig abnehmenden Barometerhöhe als eine wesentliche Vervollständigung unserer Kenntnisse in diesem Gebiete angesehen werden. Diese Beobachtungen wurden angestellt von:

| | |
|---|---|
| A. Erman Pogg. Ann. 23. p. 116.<br>Herschel - - 73. p. 251.<br>Ryan und Mac Hardy 37. p. 252.<br>Quevedo - - 37. p. 255.<br>Beechey Voyage II. App. und Pogg. Ann. 37 p. 249. | gesammelt und berechnet von A. v. Humboldt. |

Horner in Krusensterns Reise und Pogg. Ann. 26 p. 407.
Trentepohl Pogg. Ann. 26. p. 403.
Spencer - - 26. p. 404.
Lund - - 26. p. 408.
} gesammelt u. berechnet von Schouw.

Die vollständigste Arbeit über die Vertheilung des atmosphärischen Druckes auf der Oberfläche der Meeres aller Zonen ist von Schouw erschienen in Poggend. Ann. 26. p. 395. Er findet

zwischen 0° und 15° Breite 337.‴0 — 338.‴0
- 15° - 30° - 338.‴0 — 339.‴
- 30 - 45° - 339. — 337.5
- 45 - Polarkreis 337·5 — 333

Die speciellen Beobachtungen sind in der folgenden Tafel enthalten, in welcher h.? ein Unsicherheit in Beziehung auf die Correction wegen der Höhe, t.? ein Unsicherheit in Beziehung auf die thermische Correction bezeichnet. Die Columnen „corr.“ enthielt die Zurückführung des Barometerstandes auf die Schwere an 45° als Einheit von Poggendorff berechnet.

| | Breite | Barom. | corr. | | Beob. | Zeit |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Spitzbergen | 75½ | 335.47 | 336.23 | t.? | Scoresby | 6-12 J. |
| Melwille Insel | 74½ | 335.61 | 336.35 | t.? | Parry | 1- |
| Upernawik | 73 | 334.77 | 335.49 | t.? | Cortsen | 11 M |
| Godthavn | 68 | 334.03 | 334.76 | | Fasting | 20- |
| Eyafiord | | 334.35 | | | Graah | 10- |
| | 66 | 334.06 | 334.64 | | Scheel | 2 J. |
| Godthaab | 64 | 331.23 | | t. h.? | Ginge | 6 M |
| | | 332.32 | | h.? | Wormskiold | 6 - |
| | | 333.33 | 333.86 | | Mühlenpfort | 5 J. |
| Reikiavig | - | 333.36 | 333.89 | | Thornstensen | 12- |
| Frederikshaab | 62 | 331.80 | | | Pingel | 7 M |
| Bergen | 60 | 335.58 | 336.02 | | Bohr | 4 - |
| Hardanger | - | 335.55 | 335.99 | | Herzberg | 9 - |
| Christiania | - | 336.30 | 336.74 | | Esmark | 7 - |
| - | - | 335.91 | | | Hansteen | 18 M |
| Petersburg | - | 336.89 | | t.? | Euler | 20 J |
| Stockholm | 59½ | 335.65 | | | Astr. | 5 - |
| Spydberg | - | 336.16 | | h.? | Wilse | 2 - |
| Sitcha | 57 | 334.90 | | | Tschistjakoff | 10 M |

| | Breite | Barom. | corr. | | Beob. | Zeit |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Edinburgh | 56 | 336.09 | | | Playfair | 6 J. |
| Canaan Cottage | - | 336.75 | | | Adie | 5 - |
| Coliton House | - | 336.12 | 336.46 | | Forbes | 3 - |
| Apenrade | 55 | 336.72 | 337.22 | | Neuber | 5 - |
| Königsberg | 54½ | 336.95 | | | Astr. | 2 - |
| | - | 337.12 | 337.41 | | Sommer | 8 - |
| Keswick | - | 337.33 | | t. h.? | Dalton | 5 - |
| Danzig | - | 336.95 | 337.24 | | Strehlke | 2 - |
| Kendal | - | 336.67 | | t. h.? | Dalton | 5 - |
| Manchester | 53½ | 337.82 | | h.? | Dalton | 25 - |
| Altona | - | 337.09 | 337.35 | | Schumacher | 6 - |
| Peterpaulshafen | 52½ | 334.06 | | | Stanitzki | 1 - |
| Delft | 52 | 336.71 | | | v. Swinden | 2 - |
| London | 51½ | 337.33 | 337.53 | | Roy. Soc. | 7 - |
| Middelburg | - | 336.60 | | | v. der Perre | 3 - |
| Paris | 49 | 337.53 | 337.65 | | Bouvard | 11 - |
| Rochelle | 46 | 338.10 | | | Fleur. Bellev. | 4 - |
| Padua | 45 | 337.87 | 337.87 | | Astr. | 15 - |
| Bologna | 44½ | 337.87 | 337.85 | | Caturegli | 6 - |
| Avignon | 44 | 337.80 | 337.77 | | Guérin | 10 - |
| Nizza | - | 336.50 | | h.? | Risso | 20 - |
| Marseille | 43½ | 337.27 | | | Silvabella | 10 - |
| Florenz | - | 337.76 | 337.71 | | Inghirami | 9 - |
| Neapel | 41 | 337.94 | 337.82 | | Brioschi | 7 - |
| Cagliari | 39 | 337.03 | | | Marmora | 3 - |
| Palermo | 38 | 338.21 | 338.00 | | Cacciatore | 35 - |
| Malta | 36 | 336.79 | | | d'Angos | 468B. |
| Tripolis | 33 | 340.19 | 339.83 | h.? | Denham | 5M. |
| Madeira | 32½ | 339.20 | 338.83 | | Heineken | 2J. |
| - | | 342.66 | | | Sabine | 4B. |
| Cairo | 30 | 336.41 | | h.? | Coutelle | 1 J. |
| Teneriffa | 28 | 338.77 | 338.28 | | Escolar | 3 - |
| Gran Canaria | - | 339.09 | | | v. Buch | 20T. |
| Macao | 23 | 338.23 | 337.62 | | Richenet | 1 J. |
| Havanna | - | 336.99 | | h.? | Ferrer | 3 - |
| St. Thomas | 19 | 337.13 | 336.44 | | Hornbeck | 1 - |
| Guayra | 10 | 336.98 | 336.16 | | Boussingault | 12T. |
| Cumana | - | 336.28 | | | v. Humboldt | |
| Christiansburg | 5½ | 336.95 | 336.09 | | Trentepohl | 22M |
| Timor | -10 | 336.23 | | | Freycinet | |
| Peru | -11 | 337.35 | | | Pentland | |
| Isl. le de France | -20 | 338.92 | | | Freycinet | 20 T. |
| Rio Janeiro | -23 | 338.69 | 338.08 | | Eschwege | 3 M |
| | | 339.95 | | | Freycinet | 1 - |
| | | 337.59 | | h.? | Dorta | 1 J. |
| Cap | -33 | 338.24 | 337.88 | h.? | Pohlmann | 9 - |
| Port Famine | 53½ | 331.73 | | | King | 7M. |

Den hier gegebenen Bestimmungen können noch einige hinzugefügt werden.

Aus 26280 stündlichen Beobachtungen in Plymouth folgt für die Jahre 1837 — 1839 in 75 engl. Fuss Höhe, der Barometerstand bei 32° F = 29''7999. Es wäre sehr zu wünschen, dass die British Association die stationairen Barometer der Stationen an welchen wie von Kifauns Castle vieljährige Beobachtungen vorhanden sind, mit dem der Royal Society durch übertragene Barometer vergleichen liesse.

Nach 7 jährigen Beobachtungen (1833 — 1839) in Brüssel ist die auf 0°C reducirte Barometerhöhe in Brüssel zurückgeführt auf das Barometer der Pariser Sternwarte 756.23 Millimeter nach Quetelet. Die in Holland erhaltenen barometrischen Mittel sind ausführlich berechnet worden von Wenckebach Natuur en Scheikundig Archief. V. p. 331.

Dreizehnjährige Beobachtungen 1822—1834 von Wisniewsky geben für Petersburg in der zweiten Etage des Akademiegebäudes 336'''108 bei 0°R.

Siebenjährige Beobachtungen in New York (1833—1839) reducirt auf das Barometer der Royal Society, geben am Meeresspiegel 30.''086 e bei 69°F. Beobachter Redfield.

Zwei und zwanzig jährige Beobachtungen in Cambridge, in Massashusets geben 29.''997 bei 55°F und 31 Fuss über dem Meeresspiegel (Mannheim Barometer 1790—1812, später von Jones in London) nach Farrar. Fünfjährige Beobachtungen von Templeman geben in St. Johns in New Foundland unter 47°34' N.B. 52°38' W. L. G. am Meeresspiegel 29.''915 (Temperatur?).

## Monatliche Extreme.

Bestimmt man den grössten Unterschied des atmosphärischen Druckes innerhalb eines Monats und nennt die aus den 12 monatlichen grössten Unterschieden als Mittel erhaltene Zahl: das jährliche Mittel der monatlichen Extreme, bestimmt man ebenso die Mittel der Jahreszeiten, so erhält man nach Kämtz (Vorlesungen p. 339.) in pariser Linien folgende Tafel, in welcher + östliche Länge, — westliche bezeichnet, + nördliche Breite, — südliche.

In dieser Tafel hat die Bezeichnung Sommer und Winter natürlich nur ihre Bedeutung für die gemässigte und kalte Zone, ja es sind sogar in der Gegend der Moussons Bedingungen vorhanden, welche die Schwankungen des Barometers in den Sommermonaten vergrössern. Da nämlich der Südwestmousson des indischen Oceans im chinesischen Meere Süd wird, entweder weil er sich an der Kette der Philipinen oder an dem im grossen Ocean herrschenden Passate umbiegt, so sind hier gerade dieselben Bedingungen zu Wirbelstürmen vorhanden, aus welchen wir sie p. 199 im atlantischen Ocean abgeleitet haben. Wirklich treten dieselben auch dann hervor, aber hier schreiten sie von Ost nach West fort, rotiren aber ebenfalls in dem Sinne S. O. N. W. Während dieser Tyfoons des chinesischen Meeres, die mit den Temporales, den Stürmen bei dem Umsetzen des Moussons, nicht zu verwechseln, fällt das Barometer so bedeutend, dass sich ein einziger Fall selbst in einem vieljährigen Mittel noch geltend macht. Daher bietet die quantitative Vergleichung der absoluten Grösse der Oscillationen an verschiedenen Orten des indischen Meeres oft scheinbar grosse Anomalien dar, wenn das starke Fallen des Barometers bei einem solchen Sturm einen Ort betroffen, den andern aber nicht.

Mittlere monatliche Extreme.

| | Breite | Länge | Jahr | Winter | Sommer |
|---|---|---|---|---|---|
| Batavia | - 6.12 | 106°54 | 1.32 | 1.24 | 1.20 |
| Tivoli | -18 35 | —70 0 | 1.82 | 2.20 | 1.47 |
| Seringapatam | 12 45 | 76 51 | 2.45 | 2.27 | 2.23 |
| Havanna | 23 9 | —82 23 | 2.83 | 4.27 | 1.70 |
| Calcutta | 22 34 | 88 29 | 3.67 | 3.02 | 4.01 |
| Teneriffa | 28 20 | —16 16 | 3.76 | 5.63 | 2.00 |
| Isle de France | -20 9 | 57 30 | 3.82 | 3.10 | 3.50 |
| Aleppo | 36 11 | 36 50 | 4.03 | 6.30 | 2.47 |
| Cairo | 30 2 | 31 19 | 4.10 | 5.73 | 2.10 |
| Funchal | 22 37 | —16 56 | 4.62 | 6.20 | 2.76 |
| Bagdad | 33 20 | 44 25 | 4.63 | 6.13 | 3.81 |
| Capstadt | -33 35 | 18 24 | 5.52 | 6.68 | 4.34 |
| NewHarmony | 38 11 | —87 55 | 7.27 | 10.15 | 3.94 |
| Peking | 39 45 | 116 28 | 7.38 | 7.50 | 6.13 |

| | Breite | Länge | Jahr | Winter | Somme |
|---|---|---|---|---|---|
| Paramatta | 33°49′ | 151° 1′ | 7.50 | 7.70 | 6.97 |
| Lausanne | 46 31 | 6 45 | 7.57 | 9.40 | 5.37 |
| Bermudas | 32 15 | —60 0 | 7.58 | 9.07 | 6.99 |
| Bern | 41 53 | 12 28 | 7.60 | 10.16 | 4.40 |
| Marseille | 43 18 | 5 22 | 7.84 | 10.23 | 7.73 |
| Gotthard | 46 0 | 8 35 | 7.96 | 10.09 | 5.80 |
| Montpellier | 43 36 | 3 53 | 6.99 | 10.23 | 5.70 |
| Turin | 45 4 | 7 35 | 8.02 | 10.01 | 5.43 |
| Mantua | 45 10 | 10 48 | 8.04 | 10.90 | 6.27 |
| Pyshminsk | 57 0 | 78 50 | 8.42 | 9.50 | 5.67 |
| Dijon | 47 19 | 5 2 | 8.48 | 11 30 | 5.07 |
| Mailand | 45 28 | 9 12 | 8.53 | 11.04 | 5.48 |
| Ofen | 47 30 | 19 3 | 8.83 | 11.87 | 5.80 |
| Augsburg | 48 22 | 10 54 | 9.01 | 11.23 | 6.29 |
| Wien | 48 13 | 16 23 | 9.10 | 11.87 | 5.77 |
| Mühlhausen | 47 49 | 7 10 | 9.15 | 12.30 | 5.77 |
| München | 48 8 | 10 34 | 9.19 | 12.08 | 6.18 |
| Metz | 49 7 | 6 10 | 9.22 | 11.63 | 6.20 |
| Prag | 50 5 | 14 25 | 9.55 | 12.11 | 6.50 |
| Regensburg | 49 1 | 9 0 | 9.60 | 12.25 | 6.64 |
| Bordeaux | 44 50 | - 0 34 | 9.61 | 13 00 | 6.23 |
| Kamyschin | 50 5 | 45 24 | 9.69 | 12.07 | 7.18 |
| Strasburg | 48 35 | 7 45 | 9.72 | 12.57 | 6.42 |
| Nantes | 47 13 | - 1 33 | 10.16 | 12.77 | 6.80 |
| Arnstadt | 50 50 | 10 57 | 10.20 | 12.33 | 7.24 |
| Breslau | 51 7 | 17 2 | 10.26 | 12.99 | 6.77 |
| Rochelle | 46 9 | - 1 10 | 10.27 | 14.07 | 7.00 |
| Paris | 48 50 | 2 20 | 10.49 | 13.50 | 7.61 |
| Mannheim | 48 29 | 8 28 | 10.49 | 13.77 | 7.29 |
| Moscau | 55 46 | 37 33 | 10.66 | 13.88 | 6.91 |
| Sitcha | 57 3 | - 138 | 10.86 | 11.45 | 7.62 |
| Sagan | 51 42 | 15 22 | 10.89 | 13.93 | 7.35 |
| F. Churchil | 58 47 | -94 4 | 11.09 | 13.62 | 8.33 |
| Berlin | 52 31 | 13 22 | 11.19 | 14.66 | 7.68 |
| Hamburg | 53 33 | 9 59 | 11.25 | 14.27 | 7.63 |
| New Haven | 41 10 | -72 30 | 11.21 | 14.71 | 6.41 |
| Penzance | 50 12 | - 5 32 | 11.27 | 14.77 | 8.28 |

| | Breite | Länge | Jahr | Winter | Sommer |
|---|---|---|---|---|---|
| Brüssel | 52°31′ | 4 22 | 11.37 | 14.47 | 8.38 |
| Cambridge N. | 42 23 | -72 17 | 11.37 | 14.34 | 7.61 |
| New Bedford | 41 59 | -71 50 | 11.37 | 14.83 | 7.32 |
| Göttingen | 51 32 | 9 55 | 11.41 | 14.19 | 7.78 |
| Jakutzk | 62 2 | 129 42 | 11.49 | 11.40 | 9.04 |
| Tomsk | 59 39 | 83 10 | 11.53 | 14.00 | 7.83 |
| Catharinsburg | 56 50 | 60 35 | 11.82 | 15.43 | 8.72 |
| Bristol | 51 27 | - 2 35 | 11.86 | 15.13 | 8.83 |
| Haag | 52 5 | 4 19 | 11.95 | 15.47 | 8.13 |
| Copenhagen | 55 41 | 12 34 | 12.31 | 15.29 | 8.88 |
| London | 51 31 | - | 12.36 | 15.59 | 9.01 |
| Francker | 52 36 | 4 19 | 12.38 | 15.14 | 9.87 |
| Gosport | 50 48 | - 1 6 | 12.72 | 15.41 | 9.37 |
| Middelburg | 51 30 | 3 37 | 12.85 | 17.04 | 8.88 |
| Ilnluk | 53 53 | 168 29 | 12.85 | 15.46 | 8.52 |
| Petersburg | 59 56 | 30 19 | 12.96 | 16.37 | 8.85 |
| Torneo | 65 51 | 24 10 | 13.19 | 17.03 | 9.58 |
| Stockholm | 59 21 | 18 3 | 13.24 | 16.83 | 9.80 |
| Abo | 60 27 | 22 20 | 13.28 | 16.49 | 8.76 |
| Upsala | 59 52 | 17 39 | 13.37 | 16.35 | 9.50 |
| Bergen | 60 24 | 5 21 | 13.86 | 16.46 | 10.08 |
| Nain | 57 8 | -61 20 | 14.34 | 18.00 | 10.83 |
| Umeo | 63 50 | 20 15 | 14.36 | 17.51 | 9.78 |
| Christiania | 59 55 | 10 49 | 14.65 | 18.56 | 9.78 |
| Näs | 64 30 | 20 15 | 15.92 | - | - |

Verbindet man die Orte gleicher Barometerschwankungen durch Linien, so erhält man zur Bestimmung der Breiten unter verschiedenen Meridianen folgende Data.

| Schwankung | Oestliches America | Deutschl. u. Italien | Russland | Hindost. Sibirien |
|---|---|---|---|---|
| 2‴ | 15°33′ | 15° 9′ | 23°36′ | |
| 4 | 23 55 | 26 17 | 31 51 | 23°36 |
| 6 | 30 27 | 34 4 | 39 2 | 35 29 |
| 8 | 36 14 | 42 14 | 45 51 | 46 34 |
| 10 | 41 40 | 47 8 | 52 43 | 57 55 |
| 12 | 46 58 | 51 4 | 60 5 | 72 23 |
| 14 | 52 21 | 57 47 | 68 50 | |
| 61 | 58 1 | 65 22 | 83 38 | |

Kämtz hat diese Linien isobarometrische genannt, und dafür folgende nähere Bestimmungen gegeben:

1. Die Oscillationen des Barometers am Aequator sind sehr klein. Nach Elimination der täglichen und jährlichen Veränderung würden dieselbe kaum eine Linie betragen. Im indischen Meere sind dieselben jedoch beinahe doppelt so gross*) als bei gleicher Breite im atlantischen, eine Folge der grossen Aufregung, welche sich hier bei dem Wechsel der Moussons in der Atmosphäre zeigt.
2. Die isobarometrische Linie von 2‴ schneidet Nordamerika in der Hondurasbai, geht von hier ziemlich genau nach Osten, erreicht Afrika nördlich vom grünen Vorgebirge, hebt sich dann nach Norden, geht durch Assuan in Aegypten nach dem Punkte des Aequators, welchen der Meridin der Südspitze am Hindostan schneidet und wendet sich in der südlichen Halbkugel wieder gegen Westen.
3. Die Linie von 4‴ schneidet die Osküste Amerikas östlich von Zacatecas, erreicht die Westküste Afrikas zwischen Cap Bojador und der Canaren, geht durch den nördlichen Theil von Fezzan das Nildelta, zwischen Bagdad und Bassora hindurch nach Calcutta.
4. Die Linie von 6‴ berührt den nördlichen Theil des Meerbusens von Mexico**), erreicht Africa in der Nähe von Fes, geht durch Sicilien***), erreicht in der Nähe des kaspischen Meeres ihren nördlichen Scheitel und scheint dann nach Asien hin weiter fort zu steigen.
5. Die Linie von 8‴ geht durch den südlichen Theil der Chesapeakbai, hebt sich dann schnell nach Norden, geht durch

---

*) Aus 25 jährigen Beobachtungen in Madras, finde ich für die mittlere Oscillation der zwölf Monate, folgende Werthe: 0.‴255 0.247 0.273 0.274 0.317 0.230 0.229 0.233 0.256 0.311 0.315 0.270 e.

**) Dreijährige Beobachtungen geben in Neu Orleans 4.‴5

***) 35 jährige - - - Palermo 6.‴51, 8.‴78, 3‴72

†) 5 - - - - Marietta (39° 25′ N.B.) 8.00, 9.35. 5.17

4 jährige Beobachtungen geben in New York 10.81, 14.07. 7.32

4 - - - St. Johns auf New Foundland 13.62, 16.09 9.57

woraus hervorgeht, wie schnell hier die Veränderungen mit der Breite zunehmen.

den nördlichen Theil der pyrenäischen Halbinsel und steigt fort bis in das Innere von Asien.

6. Die Linie von 10‴ schneidet die Ostküste Amerikas in der Nähe von Boston, trifft die Westküste Europas nördlich von der Mündung der Loire, steigt nun nördlicher und erreicht ihren nördlichen Scheitel in der Nähe von Krasnojarsk in Sibirien, worauf sie sich südlich senkt.

7. Die Linie von 12‴ schneidet die Ostküste Amerikas in der Nähe von Neu Braunschweig, erreicht die Weskûste Europas in der Nähe von London, geht durch den südlichen Theil von Schweden, dann zwischen Novgorod und Petersburg hindurch, und erreicht bei dem Kap Teimura das Eismeer. Im Innern von Amerika läuft diese Linie mehrere Grade nördlich von Fort Churchil fort, senkt sich bei ihrem weiteren Verlauf nach Westen gegen Süden, scheint mehrere Grade nördlich von Sitcha fortzugehen und sich dann schnell bis südlich von Unalaschka zu senken.

8. Die Linie von 14‴ geht durch den südlichen Theil von Labrador, den nördlichen von Schottland, das südliche Norwegen, läuft nördlich von Umeo fort und geht dann schnell nach Norden.

9. Die isobarometrischen Linien theilen sich in hohen Breiten in zwei getrennte Aeste, deren Centra auf die zwischen den Continenten liegenden Meere fallen.

10. Auf der südlichen Erdhälfte scheinen unter gleicher Breite die Schwankungen gleich denen auf der nördlichen, aber über Neuholland grösser als über Südafrika.

Wenn man, wie ich glaube, es als eine angemessene Darstellungsweise ansehen kann, in der gemässigten und kalten Zone die Punkte zu verbinden, an welchen das Barometer in monatlichen Mitteln um gleich viel schwankt, so scheint mir doch die Aufnahme der heissen Zone in diese Betrachtung nicht in der Natur begründet, da die Verhältnisse derselben so durchaus verschieden von denen der gemässigten Zone sind. Abgesehen nämlich von der periodischen Schwankung innerhalb der jährlichen Periode, welche wie wir oben gesehen haben, sehr bedeutend ist, wird die tropische Atmosphäre momentan so aufgeregt, dass das dann beobachtete Fallen des Quecksilbers in gar keinem Verhältniss zu den anderweitigen Bewegungen desselben steht. Dieses Fallen beschränkt

sich aber nicht auf die Gegend der Moussons. Am 2ten August 1837 sank das Barometer im Hafen von Portorico während des Orkans auf als 28."0 e., am 21. September 1819 auf St. Thomas 13 Linien, am 2. August 1837 im Moment der Windstille im Centrum des Sturms endlich bis auf 316.‴ von 337‴, also 21 Linien. Grösser sind aber kaum die Veränderungen bei den Tyfoons des Chinesischen Meers. Denn am 6. März 1836, wo das Centrum des Orkanes über Port Louis auf Mauritius ging, betrug auf dem Observatorium das Fallen 19 Linien, am 5. August 1835 während des Tyfoons in Macao 18 Linien, am 3. August 1832 eben so viel in Canton. Nun wissen wir aber, dass diese Stürme an bestimmten Orten des atlantischen Oceans in der Nähe der westindischen Inseln entstehen, dass man hingegen in nicht sehr bedeutenden Entfernungen davon sie nicht kennt. Soll man nun diese bedeutenten barometrischen Veränderungen bei der Zeichnung der isobarometrischen Linien mit berücksichtigen, und durch ihr Ansehen diesen Linien eine sehr verwickelte Gestalt geben, oder soll man sie ganz von der Beobachtung ausschliessen? Beides scheint gewagt. Die Behauptung wenigstens, dass nach Elimination der täglichen und jährlichen periodischen Veränderungen, die Veränderungen kaum eine Linie betragen würden, bleibt wie wir gesehen haben, um das zwanzigfache von der Wahrheit zurück.

Die Unterschiede jährlicher Mittel betragen nach Mahlmann (Bericht der geogr. Ges. von Berlin) nirgends 3 Linien.

## Tägliche Veränderungen des Barometers.

Man kann bei der Untersuchung derselben zwei verschiedene Gesichtspunkte geltend machen, entweder nämlich die Erscheinung als ein empirisches Factum ansehn, und seine Abhängigkeit von Ort und Zeit festzustellen suchen, oder man kann unmittelbar sich die Frage zu beantworten suchen, warum der atmosphärische Druck sich innerhalb der täglichen Periode so verändert, dass er zwei Maxima und zwei Minima erreicht. Den letzten Gesichtspunkt habe ich geltend gemacht, indem ich nachzuweisen gesucht habe, dass die barometrischen täglichen Veränderungen der Unterschied zweier einen viel einfacheren Gang zeigender Veränderungen seien, nämlich des Druckes der trocknen Luft und der Elasticität der ihr beigemengten Wasserdämpfe, welche in den einfachsten Verhältnissen eine vier und zwanzigstündige Periode befolgen, bei

ihrer Interferenz aber eine zwölfstündige Periode befolgen. Bei sehr lebhaften Courant ascendant und besonders entfernt vom Meere, kann aber die Wasserdampfcurve eine Einbiegung erhalten, durch welche ihr einziger Scheitel in zwei getrennte Scheitel sich verwandelt, und es ist möglich, dass auch die Curve der trockenen Luft unter gewissen Biegungen ähnliche Modificationen zeige. Daraus folgt unmittelbar, dass die tägliche Oscillation auf dem Meere und an den Küsten geringer sein muss, als entfernt von derselben, und dass die Aenderung der Grösse der täglichen Oscillation vom Winter zum Sommer hin nicht so gross sein wird, als man nach der Aenderung der täglichen Wärmeoscillationen vermuthen sollte, weil die beiden Grössen ziemlich gleichmässig wachsen, deren Differenz eben die barometrischen Oscillationen sind. Ist diese Ansicht die richtige, so ist wenig Aussicht vorhanden, dass die blos empirische Feststellung der Facta in diesem Gebiete zu einfachen Resultaten führen werde. Die vollständigste Arbeit, welche den letzten Zweck vor Augen hat, ist von Kämtz. In Beziehung auf die Anstellung der Beobachtungen giebt er folgende Regeln:

1. Die Weite der Barometerröhren hat weder auf die Wendestunden noch auf die Grösse der täglichen Variationen den geringsten Einfluss, wofern nur das Instrument vor jeder Beobachtung etwas erschüttert wird, um die Trägheit in Folge der Adhäsion zu überwinden.
2. Sollen die Barometerbeobachtungen brauchbare Resultate liefern, so muss das Instrument in einem Raume hängen, dessen Temperatur sich im Laufe des Tages so wenig als möglich ändert.
3. Aendert sich die Temperatur des Raumes, so eilt das Thermometer am Barometer in seinen Angaben dem letztern voraus, und man erhält einen zu tiefen und zu hohen Stand, je nachdem jene steigt oder sinkt.
4. Steigt die Temparatur sehr schnell zur Zeit des Maximums, so tritt dieser Moment früher ein, als bei einem Instrument, welches in einem Raum hängt, dessen Temperatur gleichförmig ist. Diess muss sich bei den Barometern mit weiten Röhren weit auffallender zeigen, als bei denen mit engen Röhren.
5. Wenn die Temperatur sich in Zeit von einer oder zwei Stunden um mehrere Grade ändert, so kann es geschehen, dass das Thermometer dem Barometer um 1°R. voraus eilt, man be-

geht also bei der Reduction einen Fehler von 0.07, was etwas mehr als ¼ der ganzen in unseren Gegenden beobachteten Veränderung ist.

## Einfluss der Jahreszeiten auf die täglichen Variationen.

Vermittelst des von Hällström angewendeten Verfahrens, hat Kämtz für mehrere Orten, an welchen täglich mehrfach beobachtet worden war, den Gang des Barometers bestimmt, und aus der die Beobachtungen darstellenden Formel die Zeiten der Extreme in den verschiedenen Monaten abgeleitet. Die Orte und Beobachtungsstunden sind folgende:

Mailand 1835—1838. h. 6. 9. 12. 3. 6. 9. 12.

Kremsmünster Nov. 1833 — Dec. 1838 und zwar bis Ende 1837 4. 6. 9. 10. 12. 3. 4. 6. 10. später 7. 9. 11. 12. 3. 4. 6. 1. 3. 5. 9. obs. Koller.

Dresden 1828—1832 h. 6. 9. 12. 3. 6. 9. obs. Lohrmann.

Berlin 1828 — 1838 h. 5. 8. 12. 2. 6. 10.

Halle 1827 — 1839 von 6 Morgens bis 10 Ab. stündlich aber mit Unterbrechungen.

Nennt man mittlere Oscillation den Unterschied des Mittels der beiden Maxima, und Minima so erhält man folgende Werthe in den Monaten für die Grösse der mittleren Oscillation und für die Zeitpunkte der Extreme.

### Mittlere Oscillation.

| | Mailand | Kremsm. | Halle | Dresden | Berlin | Mittel |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Januar | 0.305 | 0.229 | 0.188 | 0.175 | 0.172 | 0.214 |
| Februar | 0.319 | 0.251 | 0.208 | 0.192 | 0.178 | 0.230 |
| März | 0.334 | 0.287 | 0.230 | 0.225 | 0.192 | 0.254 |
| April | 0.351 | 0.304 | 0.243 | 0.252 | 0.209 | 0.272 |
| Mai | 0.372 | 0.293 | 0.247 | 0.259 | 0.220 | 0.278 |
| Juni | 0.392 | 0.273 | 0.249 | 0.253 | 0.220 | 0.277 |
| Juli | 0.401 | 0.271 | 0.252 | 0.251 | 0.211 | 0.277 |
| August | 0.392 | 0.294 | 0.252 | 0.259 | 0.208 | 0.280 |
| September | 0.365 | 0.318 | 0.243 | 0.267 | 0.196 | 0.278 |
| October | 0.331 | 0.316 | 0.222 | 0.256 | 0.190 | 0.263 |
| November | 0.305 | 0.282 | 0.197 | 0.225 | 0.183 | 0.238 |
| December | 0.297 | 0.242 | 0.183 | 0.190 | 0.176 | 0.218 |

Zeit des 1. Minimums.

| | Mailand | Kremsm. | Halle | Dresden | Berlin | Mittel |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | h | h | h | h | h | h |
| Januar | 3.40 | 3.33 | 2.79 | 2.81 | 2.71 | 3.01 |
| Februar | 3.69 | 3.84 | 3.09 | 3.53 | 3.24 | 3.48 |
| März | 4.15 | 4.29 | 3.69 | 4.28 | 4.00 | 4.08 |
| April | 4.66 | 4.56 | 4.37 | 4.88 | 4.70 | 4.63 |
| Mai | 5.19 | 4.77 | 4.90 | 5.27 | 5.13 | 5.05 |
| Juni | 5.58 | 5.06 | 5.18 | 5.49 | 5.27 | 5.32 |
| Juli | 5.73 | 5.33 | 5.20 | 5.48 | 5.17 | 5.38 |
| August | 5.47 | 5.34 | 4.99 | 5.11 | 4.86 | 5.15 |
| September | 4.92 | 4.89 | 4.58 | 4.35 | 4.34 | 4.62 |
| October | 4.20 | 4.10 | 4.00 | 3.41 | 3.67 | 3.88 |
| November | 3.64 | 3.37 | 3.37 | 2.67 | 3.00 | 3.21 |
| December | 3.34 | 3 10 | 2.90 | 2.44 | 2.62 | 2.88 |

Zeit des 1. Maximums.

| | Mailand | Kremsm. | Halle | Dresden | Berlin | Mittel |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | h | h | h | h | h | h |
| Januar | 10.20 | 9.17 | 9.78 | 9.22 | 9.62 | 9.60 |
| Februar | 9.95 | 10.08 | 9.71 | 9.83 | 9 62 | 9.84 |
| März | 10.16 | 10.64 | 9.87 | 10.14 | 9.83 | 10.13 |
| April | 10.75 | 10.62 | 10.25 | 10.38 | 10.25 | 10.45 |
| Mai | 11.34 | 10.37 | 10.70 | 10.61 | 10.70 | 10.74 |
| Juni | 11.53 | 10.41 | 10.97 | 10.95 | 10.96 | 10.96 |
| Juli | 11.26 | 10.80 | 10.94 | 11.15 | 10.91 | 11.01 |
| August | 10.86 | 11.11 | 10.68 | 10.87 | 10.62 | 10.83 |
| September | 10.66 | 10.79 | 10.38 | 10.13 | 10.27 | 10.45 |
| October | 10.72 | 9.85 | 10.18 | 9.14 | 9.92 | 9.96 |
| November | 10.78 | 8.89 | 10.06 | 8.57 | 9.84 | 9.63 |
| December | 10.59 | 8.61 | 9.93 | 8.66 | 9.72 | 9.50 |

Zeit des 2. Minimums.

| | Mailand | Kremsm. | Halle | Dresden | Berlin | Mittel |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | h | h | h | h | h | h |
| Januar | 16.82 | 16.57 | 16.93 | 16.91 | 16.54 | 16.75 |
| Februar | 16.72 | 16.19 | 16.36 | 16.35 | 15.86 | 16.30 |
| März | 16.38 | 15.37 | 15.75 | 15.54 | 15.28 | 15.66 |
| April | 16.01 | 14.51 | 15.30 | 14.89 | 14.99 | 15.14 |
| Mai | 15.46 | 13.98 | 15 10 | 14.65 | 14.92 | 14.82 |
| Juni | 14.97 | 13.85 | 14.99 | 14.77 | 14.89 | 14.69 |
| Juli | 14.84 | 13.99 | 14.95 | 15.04 | 14.90 | 14.14 |
| August | 15.08 | 14.22 | 15.10 | 15.30 | 15.09 | 14.96 |
| September | 15.68 | 14.54 | 15.54 | 15.59 | 15.58 | 15.39 |
| October | 16.17 | 15.05 | 16.23 | 16.03 | 16.29 | 15.95 |
| November | 16 60 | 15.73 | 16.88 | 16.75 | 16.86 | 16.53 |
| December | 16.84 | 16.76 | 17.16 | 16.96 | 17.97 | 16.94 |

Zeit des 2. Maximums.

| | Mailand | Kremsm. | Halle | Dresden | Berlin | Mittel |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | h | h | h | h | h | |
| Januar | 21.94 | 21.99 | 21.82 | 21.92 | 21.63 | 21.86 |
| Februar | 21.14 | 21.72 | 21.88 | 21.86 | 21.34 | 21.79 |
| März | 22.05 | 21.25 | 21.97 | 21.64 | 21.02 | 21.59 |
| April | 21.59 | 20.80 | 21.73 | 21.18 | 20.68 | 21.20 |
| Mai | 20.99 | 20.57 | 21.17 | 20.63 | 20.43 | 20.76 |
| Juni | 20.75 | 20.65 | 20.63 | 20.29 | 20.41 | 20.55 |
| Juli | 20.96 | 20.92 | 20.56 | 20.40 | 20.67 | 20.70 |
| August | 21.44 | 21.22 | 21.04 | 20.90 | 21.16 | 21.15 |
| September | 21.82 | 21.45 | 21.76 | 21.50 | 21.66 | 21.64 |
| October | 21.88 | 21.64 | 22.22 | 21.90 | 21.97 | 21.92 |
| November | 21.79 | 21.84 | 22.23 | 22.01 | 22.03 | 21.98 |
| December | 21.74 | 22.00 | 21.97 | 21.96 | 21.88 | 21.98 |

Diesen Werthen füge ich die directen stündlichen Werthe derjenigen Beobachtungen hinzu, welche auf Veranlassung der British Association in Plymouth angestellt worden sind. (Report. f. 1839.)

| Die Zahlen 29″e + | 1837 | 1838 | 1839 | Mittel |
|---|---|---|---|---|
| Vormittag 1 | 0.8719 | 0.7565 | 0.7768 | 0.8017 |
| 2 | 0.8696 | 0.7547 | 0.7735 | 0.7993 |
| 3 | 0.8626 | 0.7518 | 0.7688 | 0.7944 |
| 4 | 0.8608 | 0.7507 | 0.7670 | 9.7928 |
| 5 | 0.8606 | 0.7507 | 0.7670 | 0.7928 |
| 6 | 0.8619 | 0.7552 | 0.7710 | 0.7960 |
| 7 | 0.8666 | 0.7585 | 0.7755 | 0.8002 |
| 8 | 0.8706 | 0.7615 | 0.7772 | 1.8032 |
| 9 | 0.8717 | 0.7637 | 0.7790 | 0.8048 |
| 10 | 0.8732 | 0.7645 | 0.7807 | 0.8061 |
| 11 | 0.8720 | 0.7627 | 0.7788 | 0.8045 |
| 12 | 0.8663 | 0.7587 | 0.7755 | 0.8002 |
| Nachm. 1 | 0.8627 | 0.7540 | 0.7705 | 0.7957 |
| 2 | 0.8580 | 0.7517 | 0.7670 | 0.7922 |
| 3 | 0.8567 | 0.7500 | 0.7657 | 0.7908 |
| 4 | 0.8558 | 0.7475 | 0.7652 | 0.7895 |
| 5 | 0.8597 | 0.7532 | 0.7685 | 0.7938 |
| 6 | 0.8629 | 0.7557 | 0.7725 | 0.7970 |
| 7 | 0.8679 | 0.6610 | 0.7770 | 0.8019 |
| 8 | 0.8740 | 0.7645 | 0.7798 | 0.8061 |
| 9 | 0.8779 | 0.7672 | 0.7832 | 0.8094 |
| 10 | 0.8792 | 0.7665 | 0.7840 | 0.8099 |
| 11 | 0.8790 | 0.7665 | 0.7822 | 0.8092 |
| 12 | 0.8783 | 0.7639 | 0.7775 | 0.8065 |
| Mittel | 0.8675 | 0.7579 | 0.7743 | 0.7999 |

| | Frühl. | Sommer | Herbst | Winter | Jahr |
|---|---|---|---|---|---|
| Vorm. 1 | 29.824 | 29.835 | 29.743 | 29.803 | +0.0018 |
| 2 | .820 | .830 | .741 | .803 | −0.0006 |
| 3 | .814 | .829 | .739 | .799 | +0.0055 |
| 4 | .814 | .825 | .737 | .795 | −0.0071 |
| 5 | .814 | .824 | .738 | .794 | −0.0071 |
| 6 | .820 | .826 | .740 | .798 | −0 0039 |
| 7 | .824 | .831 | .745 | .801 | +0.0003 |
| 8 | .824 | .832 | .740 | .808 | +0.0032 |
| 9 | .826 | .831 | .752 | .810 | +0.0049 |
| 10 | .826 | .834 | .750 | .813 | +0.0062 |
| 11 | .826 | .834 | .748 | .810 | +0.0046 |
| 12 | .823 | .833 | .744 | .801 | +0.0003 |
| Nachm. 1 | .821 | .831 | .739 | .792 | −0.0042 |
| 2 | .819 | .830 | .733 | .787 | −000.77 |
| 3 | .815 | .828 | .733 | .783 | −0.0091 |
| 4 | .814 | .825 | .732 | .787 | −0.0104 |
| 5 | .816 | .825 | .739 | .794 | −0.0061 |
| 6 | .818 | .827 | .744 | .799 | −0.0029 |
| 7 | .825 | .829 | .749 | .805 | +0.0020 |
| 8 | .832 | .835 | .752 | .807 | +0.0062 |
| 9 | .836 | .839 | .754 | .808 | +0.0095 |
| 10 | .836 | .841 | .753 | .809 | +0.0100 |
| 11 | .834 | .841 | .752 | .810 | +0 0093 |
| 12 | .842 | .836 | .751 | .810 | +0.0066 |
| Mittel | .823 | .831 | .744 | .801 | 29.7999 |

Ausserdem besitzen wir auf dem Continent einen Ort, für elchen stündliche Beobachtungen ein Jahr lang angestellt sind, mlich Salzuflen. Die folgende Tafel enthält diese durch R. randes und W. Brandes veranlassten Beobachtungen*), bis li von Stunde zu Stunde, von da an die Nächte abwechselnd Beobachtungen benutzt.

*) Ueber den stündlichen Gang des Barometers im Jahre 1828 zu lzuflen in Lemgo. 1832. 8.

## Salzuften.

| | | Jan | Feb. | März | Apr. | Mai | Juni | Juli | Aug. | Sept. | Oct. | Nov. | Dec. | Jahr |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Vormittag | 1 | 337.36 | 334.86 | 334.32 | 334.04 | 334.87 | 336.14 | 333.33 | 334.67 | 336.31 | 337.20 | 336.14 | 336.95 | 335.51 |
| | 2 | 7.37 | 4.89 | 4.23 | 3.93 | 4.83 | 6.11 | 3.28 | 4.60 | 6.28 | 7.14 | 6.12 | 6.91 | 5.47 |
| | 3 | 7.30 | 4.79 | 4.20 | 3.90 | 4.77 | 6.08 | 3.17 | 4.50 | 6.23 | 7.04 | 6.12 | 6 89 | 5.42 |
| | 4 | 7.28 | 4.77 | 4.18 | 3.89 | 4.73 | 6.06 | 3.14 | 4.46 | 6.18 | 7.01 | 6.10 | 6.87 | 5.39 |
| | 5 | 7.23 | 4.75 | 4.18 | 3.99 | 4.89 | 6.22 | 3.20 | 4.57 | 6.30 | 7.10 | 6.08 | 6.86 | 5.45 |
| | 6 | 7.21 | 4.73 | 4.29 | 4.12 | 4 94 | 6.37 | 3.30 | 4.66 | 6.33 | 7.24 | 6.20 | 6.84 | 5.52 |
| | 7 | 7.28 | 4.75 | 4.36 | 4.17 | 4.96 | 6.38 | 3.31 | 4.69 | 6.40 | 7.31 | 6.27 | 6.91 | 5.56 |
| | 8 | 7.33 | 4.87 | 4.46 | 4.22 | 5.01 | 6.43 | 3.35 | 4.68 | 6.48 | 7.42 | 6.41 | 6.98 | 5.64 |
| | 9 | 7.47 | 4.96 | 4.49 | 4.23 | 5.06 | 6.45 | 3.37 | 4.72 | 6.45 | 7.48 | 6.44 | 7.10 | 5.68 |
| | 10 | 7.57 | 4.98 | 4.49 | 4.24 | 5.04 | 6.39 | 3.38 | 4.71 | 6.56 | 7.47 | 6.46 | 7.13 | 5.70 |
| | 11 | 7.58 | 5.00 | 4.50 | 4.26 | 4.96 | 6.36 | 3.33 | 4.71 | 6.52 | 7.46 | 6.45 | 7.12 | 5.69 |
| | 11 | 7.56 | 4.93 | 4.45 | 4.20 | 4.92 | 6.30 | 3.30 | 4.68 | 6.46 | 7.42 | 6.33 | 6.99 | 5.63 |
| Nachm. | 1 | 7.40 | 4.87 | 4 39 | 4.17 | 4.90 | 6.25 | 3 23 | 4.63 | 6.35 | 7.33 | 6.28 | 6.92 | 5.56 |
| | 2 | 7.33 | 4.81 | 4.36 | 4.14 | 4.82 | 6.16 | 3.23 | 4.60 | 6.25 | 7.24 | 6.22 | 6.88 | 5.50 |
| | 3 | 7.42 | 4.76 | 4.32 | 4.07 | 4.73 | 6.09 | 3.23 | 4.55 | 6.20 | 7.20 | 6.18 | 6.89 | 5.47 |
| | 4 | 7.44 | 4.79 | 4.28 | 4.04 | 4.66 | 6.03 | 3.20 | 4.52 | 6.17 | 7.13 | 6.16 | 6.91 | 5.44 |
| | 5 | 7.50 | 4.75 | 4.25 | 4.03 | 4.63 | 6.03 | 3 17 | 4.51 | 6.15 | 7.16 | 6.16 | 6.95 | 5.44 |
| | 6 | 7.54 | 4.83 | 4.28 | 4.04 | 4.61 | 6.07 | 3.13 | 4.58 | 6.14 | 7.22 | 6.18 | 6.98 | 5.46 |
| | 7 | 7.54 | 4.79 | 4.36 | 4.10 | 4.67 | 6.09 | 3.21 | 4.58 | 6.18 | 7.23 | 6.20 | 6.99 | 5.49 |
| | 8 | 7.54 | 4.89 | 4.37 | 4.15 | 4.73 | 6.12 | 3.24 | 4.70 | 6.22 | 7.30 | 6.22 | 6.99 | 5.54 |
| | 9 | 7.55 | 4.84 | 4.42 | 4.16 | 4.76 | 6.18 | 3.30 | 4.74 | 6.27 | 7.34 | 6.23 | 7.01 | 5.57 |
| | 10 | 7.58 | 4.92 | 4.44 | 4.20 | 4.80 | 6.27 | 3.39 | 4.77 | 6.31 | 7.37 | 6.23 | 7.01 | 5.61 |
| | 11 | 7.52 | 4.88 | 4.42 | 4.16 | 4.78 | 6.29 | 3.45 | 4.70 | 6.30 | 7.34 | 6.16 | 6.99 | 5.58 |
| | 12 | 7.40 | 4.91 | 4.41 | 4.04 | 4.78 | 6.19 | 3.43 | 4.70 | 6.25 | 7.38 | 6.98 | 6.99 | 5.53 |
| Mittel | | 337.43 | 334.84 | 334.36 | 334.10 | 334.85 | 336.21 | 333.28 | 334.68 | 336.30 | 337.27 | 336.21 | 336.95 | 335.54 |

Aus diesen Beobachtungen hat Herr **Niemann** vermittelst der Besselschen Formel folgende Werthe der Extreme und die Zeit in welcher sie eintreten, berechnet, wo die Barometerhöhen 330‴ + der Zahl der Tafel sind.

Eintrittszeit der Extreme.

| | Vormittag. | | Nachmittag. | |
|---|---|---|---|---|
| | Min. | Max. | Min. | Max. |
| Januar | 5h 22′ | 10h 48′ | 2h 42′ | 7 38′ |
| Februar | 5 20 | 10 30 | 3 50 | 11 54 |
| März | 3 48 | 9 54 | 4 48 | 10 15 |
| April | 2 58 | 9 36 | 5 5 | 9 42 |
| Mai | 2 35 | 9 22 | 5 48 | 11 36 |
| Juni | 2 40 | 8 30 | 5 30 | 10 27 |
| Juli | 3 58 | 8 45 | 5 55 | 11 12 |
| August | 3 30 | 9 12 | 4 48 | 10 15 |
| Septbr. | 3 25 | 9 54 | 5 2 | 11 12 |
| October | 3 36 | 9 54 | 4 48 | 10 10 |
| Novbr. | 2 25 | 10 5 | 3 52 | 7 36 |
| Decbr. | 4 54 | 10 | 9 48 | 7 30 |
| Jahr | 3 42 | 10 2 | 4 30 | 10 15 |

Grösse der Extreme.

| | Vormittag. | | Nachmittag. | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Min. | Max. | Min. | Max. | Unt. |
| Januar | 7.214 | 5.557 | 7.382 | 7.583 | 0.369 |
| Februar | 4.733 | 4.989 | 4.762 | 4.907 | 0.256 |
| März | 4.173 | 3.504 | 4.273 | 4.442 | 0.331 |
| April | 3.898 | 4.246 | 4.027 | 4.186 | 0.348 |
| Mai | 4.794 | 5.037 | 4.638 | 4.822 | 0.399 |
| Juni | 6.079 | 6.443 | 6.028 | 6.254 | 0.414 |
| Juli | 3.167 | 3.383 | 3.160 | 3.434 | 0.273 |
| August | 4.520 | 4.720 | 4.511 | 4.763 | 0.252 |
| Septbr. | 6.236 | 6.524 | 6.139 | 6.295 | 0.385 |
| October | 7.047 | 7.494 | 7.161 | 7.376 | 0.447 |
| Novbr. | 6.074 | 6.454 | 6.137 | 6.210 | 0.379 |
| Decbr. | 6.825 | 7.094 | 6.867 | 6.996 | 0.270 |
| Jahr | 5.415 | 5.698 | 5.443 | 5.588 | 0.283 |

Da aus sämmtlichen Beobachtungen hervorgeht, dass das Maximum am Morgen und das Minimum Nachmittags im Sommer weiter vom Mittag entfernt sind, als im Winter, so hat Kämtz die Tage berechnet, an welche diese Verschiebung am grössten ist, und findet dafür folgende Werthe.

| | | | Verschiebung der Zeit der Extreme |
|---|---|---|---|
| Mailand | 22. Januar | 16. Juni | 1.85 St. |
| Kremsmünster | 18. Decemb. | 5. Juli | 2.25 - |
| Halle | 25. Decemb. | 1. Juli | 1.93 - |
| Dresden | 7. - | 21. Juni | 2.46 - |
| Berlin | 14. - | 16. - | 1.96 - |
| Mittel | 23. Dec. | 24. Januar | |

Die Grösse der Verschiebung als abhängig von der Breite l in Stunden $d\varphi$ genannt, giebt

$$d\varphi = 3.293 - 2.722 \cos^2 l$$

also für den Aequator 0,57

### Abnahme der Veränderung mit der Höhe.

Da der Courant ascendant einer höhern Station aus der Tiefe Luft zuführt und dadurch theilweise das ersetzt, was in noch höhern Schichten durch die Wirkung des Courant ascendant seitlich abfliesst, so hat es geringeres Interesse, die Gestalt der barometrischen Curven an der höhern Station zu bestimmen, als vielmehr zur Zeit des an der untern Station eintretenden Extrem oben die Barometerstände mit einander zu vergleichen.

Kämtz findet auf diese Weise für die mittlerere Oscillation: darunter also für die untere Station den Unterschied der mittleren Maxima und Minima, für die obere Station den Unterschied der mit diesen gleichzeitigen Beobachtungen verstanden, die Zahlen der folgenden Tafel, durch welche der oft erneuerte Streit über das Umkehren der täglichen barometrischen Veränderung in der Höhe auf seine bedingenden Elemente näher zurückgeführt wird.

| Zeit | unt. Stat. | Osc. | ob. Stat. | Osc. |
|---|---|---|---|---|
| 1) Juni | Zürich | 0.826 | Rigi | 0.105 |
| 2) Juli | Zürich | 0.2895 | | |
| | Basel | 0.287 | Rigi | 0.1005 |
| | Bern | 0.2895 | | |
| 3) Januar | Zürich | 0.305 | Rigi | 0.1595 |
| 4) Sept. | Zürich | 0.396 | Faulhorn | 0.119 |
| | Genf | 0.401 | | |
| 5) | Zürich | 0.3005 | | |
| | Bern | 0.257 | | |
| | Basel | 0.302 | | |
| | Genf | 0.3055 | | |
| | Mittel | 0.2913 | Faulhorn | 0.079 |

Aeltere Beobachtungen von Saussure geben auf dieselbe Weise berechnet eine vollständige Umkehrung des Phänomens, nämlich:

in Genf die mittlere Oscillation = 0.276
in Chamouni - - = 0.367
auf den Col du Geant - - = — 0.023

Die von Buchwalder auf den Säntis in Appenzell vom 29. Juni bis 5. Juli angestellten Beobachtungen geben:

in Zürich = 0.313
auf dem Säntis = 0.0553

Nennt man $\Delta$ die mittlere Oscillation am Meere, b die Grösse um welche das Barometer an der höhern Station niedriger steht, $\Delta_b$ die tägliche Oscillation dieses mittleren Druckes, und a eine zu bestimmende Constante in der Gleichung.

$$\Delta_b = \Delta - ab$$

so erhält man nach Kämtz für a folgende Werthe:

---

1) Eschmann beobachtete v. 2. bis 17. Januar 1827 auf dem Rigi Kämtz v. 28. Mai bis Juni 1832,
2) Beobachter Kämtz 23. Juni bis 19. Juli 1833 a. d. Rigi
3) — Eschmann 22. Jan. — 1. Febr. 1827 a. d. Rigi.
4) — Kämtz 11. Sept. — 5. Oct. 1832. a. d. Faulhorn.
5) — Kämtz 11. Aug. — 24. Sept. 1833 a. d. Faulhorn.
Höhe des Faulhorn über Zürich = 6867 Fuss.
Höhe des Rigi über Zürich = 4288 Fuss.
Die Beobachter unten waren Horner, Merian, Trechsel, Gautier.

| | | |
|---|---|---|
| 1. | Rigi 1833 | a = 0.003986 |
| 2. | Faulhorn 1832 | a = 0.003674 |
| 3. | Faulhorn 1833 | a = 0.002758 |
| 4. | Rigi im Winter | a = 0,002856 |
| 5. | Col du Geant | a = 0.003729 |
| 6. | Säntis | a = 0.0036286 |
| | Schweiz | a = 0.0034752 |
| mit Ausschluss von 3. u. 4. | | a = 0.0037425 |
| | Sachsen | a = 0.003628 |
| | Aequator | a = 0.002441 |
| | Mittel | a = 0.00341 |

wo die Bestimmungen für Sachsen erhalten sind aus den Beobachtungen in Halle, Dresden, Jena, Prag, Zittau, Gotha, Freiburg, Altenberg, die für den Aequator aus den Beobachtungen von Callao, Lima, Payta, Popayan, Jhague, Bogota, Cumana, Caracas, la Guayra, Quito, Antisana.

also $\Delta = \Delta_b + 0.00341\ (337.'''5 - b)$

als Reductionsformel der an einem Ort beobachteten Oscillation auf das Meeresniveau. Aus dieser Beobachtung geht ausserdem noch hervor, dass das Barometer am Aequator auf 200''' sinken muss, um in der Höhe eine wirkliche Umkehrung der täglichen Veränderung zu zeigen.

## Abhängigkeit der täglichen barometrischen Veränderung von der geographischen Breite.

Die dafür gegebenen Formeln sind folgende:

1. **Hällström** $s = 2.341 - 0.7723 \sin. l. - 1.5836 \sin.^2 l$ (Ann. d. Phys. 84. p. 150.) wo s in Millimetern den Unterschied zwischen dem grössern Maximum und kleinern Minimum bezeichnet.
2. **Kämtz** $\Delta_l = -0'''.1491 + 1'''0028 \cos^2 l$ (Meteorl. II. p. 278) wo $\Delta_l$ die mittlere Oscillation unter der Breite l bezeichnet.
3. **Forbes** $z = 3.031 \cos^{\frac{5}{2}} l - 0.381$ Millimeter (Edinb. Trans. XII. p. 180.) oder

$$z = 0.1193 \cos.^{\frac{3}{2}} l - 0.0150 \text{ Engl. Zoll.}$$

wo z der Unterschied zwischen 10 Uhr Morgens und 4 Uhr Abends. Nach dieser Formel wird die Aequatorialveränderung 2.650 Millimeter, die unter der Breite von 64°8' Null und

ı höherer Breite umgekehrt, die mittlere Oscillation für die läche der nördlichen Erdhälfte aber = 1.45.

:ämtz $\Delta$ı = —0.‴2451 + 1.2126 cos ²l — 0.002874 B,

ı dieser Formel bezeichnet B die Anzahl Linien, um welche ırometrische Mittel des Beobachtungsortes unter 337‴5 steht, ɜs als mittlerer Stand des Barometers am Meere angenom-rird. Die Coeficienten $\Delta$, C, A in der Gleichung

$$\Delta\text{ı} = \Delta + C \cos^2 l + A\,B$$

us der in der folgenden Tafel unter der Rubrik „beobach-:nthaltenen Grösse bestimmt, und die nach der Formel be-ten hinzugefügt.

**Mittlere Oscillation.**

| | Breite | B | beob. | berechn. | Unt. | red. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ser Ocean | 0 | 0 | 0.756 | 0.967 | +0.211 | 0.756 |
| :o | —0°13′ | 92 | 0.655 | 0.703 | +0.048 | 0.969 |
| sana | —0 33 | 129 | 0.557 | 0.597 | +0.040 | 0.997 |
| ıyan | 2 26 | 64 | 0.850 | 0.782 | —0.068 | 1.067 |
| ne | 4 28 | 45 | 0.851 | 0.831 | —0.020 | 1.006 |
| 'é de Bogota | 4 36 | 89 | 0.889 | 0.704 | —0.185 | 1.191 |
| :a | —5 6 | 1 | 0.921 | 0.955 | +0.034 | 0.921 |
| ra Leone | 8 30 | 3 | 0.685 | 0.942 | +0.257 | 0.696 |
| ıana | 10 28 | 2 | 0.789 | 0.947 | +0.158 | 0.797 |
| ıcas | 10 31 | 35 | 0.960 | 0.852 | —0.108 | 1.080 |
| uayra | 10 36 | 1 | 0.839 | 0.949 | +0.110 | 0.842 |
| a | -12 3 | 9 | 0.202 | 0.913 | —0.289 | 1.232 |
| ao | -12 3 | 1 | 0.814 | 0.937 | +0.123 | 0.815 |
| ras | 13 4 | 2 | 0.625 | 0.925 | +0.300 | 0.628 |
| lledroog | 14 11 | 29 | 0.733 | 0.837 | +0.104 | 0.799 |
| sser Ocean | 16 0 | 0 | 0.688 | 0.901 | +0.213 | 0.688 |
| i | -17 29 | 0 | 0.729 | 0.883 | +0.154 | 0.729 |
| sser Ocean | -18 0 | 0 | 0.641 | 0.877 | +0.236 | 0.641 |
| ico | 19 26 | 79 | 0.704 | 0.606 | —0.098 | 0.973 |
| utta | 22 35 | 1 | 0.815 | 0.786 | —0.029 | 0.819 |
| Janeiro | -22 54 | 0 | 0.754 | 0.784 | +0.030 | 0.754 |
| o | 30 2 | 2 | 0.683 | 0.658 | —0.025 | 0.689 |
| ı | 41 54 | 2 | 0.435 | 0.421 | —0.014 | 0.442 |
| ers | 44 29 | 3 | 0.372 | 0.363 | —0.009 | 0.381 |
| ıa | 45 24 | 2 | 0.214 | 0.347 | +0.133 | 0.227 |
| and | 45 28 | 4 | 0.333 | 0.340 | +0.007 | 0.347 |
| mont | 45 47 | 15 | 0.346 | 0.302 | —0.042 | 0.362 |
| r | 46 51 | 22 | 0.316 | 0.259 | —0 057 | 0.392 |
| l | 47 34 | 10 | 0.373 | 0.278 | —0.095 | 0.407 |
| nsmünster | 48 3 | 13 | 0.255 | 0.259 | +0.004 | |
| chen | 48 8 | 19 | 0.213 | 0.240 | +0.027 | |
| ı | 48 50 | 2 | 0.242 | 0.275 | +0.033 | 0.249 |

| | Breite | B | beob. | berechn. | Unt. | red. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Heidelberg | 49°25′ | 2 | 0.288 | 0.262 | —0.026 | 0.279 |
| Mannheim | 49 29 | 2 | 0.255 | 0.261 | +0.006 | 0.271 |
| Cracau | 50 4 | 8 | 0.131 | 0.231 | +0.100 | 0.160 |
| Prag | 50 5 | 8 | 0.227 | 0.231 | +0.004 | 0.253 |
| Frankfurt | 50 8 | 4 | 0.316 | 0.242 | —0.072 | 0.329 |
| Wetzlar | 50 32 | 8 | 0.174 | 0.222 | +0.048 | 0.201 |
| Altenberg | 50 45 | 29 | 0.146 | 0.157 | +0.011 | 0.245 |
| Brüssel | 50 50 | 2 | 0.355 | 0.233 | —0.122 | 0.361 |
| Arnstadt | 50 52 | 12 | 0.296 | 0.204 | —0.092 | 0.335 |
| Zittau | 50 55 | 10 | 0.199 | 0.209 | +0.010 | 0.231 |
| Freiberg | 50 56 | 15 | 0.135 | 0.194 | +0.059 | 0.188 |
| Jena | 50 56 | 5 | 0.241 | 0.222 | —0.019 | 0.259 |
| Gotha | 50 56 | 14 | 0.199 | 0.196 | —0.003 | 0.245 |
| Dresden | 51 7 | 7 | 0.209 | 0.213 | +0.004 | 0.235 |
| Halle | 51 29 | 4 | 0.209 | 0.214 | +0.005 | 0.221 |
| Münster | 51 58 | 3 | 0.189 | 0.207 | +0.018 | 0.199 |
| Berlin | 52 33 | 1 | 0.196 | 0.200 | +0.004 | 0.156 |
| Port Famine | -53 38 | 0 | 0.152 | 0.181 | +0.029 | 0.152 |
| Danzig | 54 21 | 1 | 0.130 | 0.164 | +0.034 | 0.133 |
| Königsberg | 54 42 | 0 | 0.084 | 0.159 | +0.075 | 0.084 |
| Apenrade | 55 3 | 0 | 0.159 | 0.153 | —0.006 | 0.163 |
| Kasan | 55 48 | 1 | 0.052 | 0.135 | +0.083 | 0.057 |
| Edinburgh | 55 55 | 6 | 0.092 | 0.118 | +0.026 | 0.114 |
| Catharienburg | 56 50 | 10 | 0.078 | 0.090 | +0.012 | |
| Christiania | 59 55 | 0 | 0.230 | 0.060 | +0.170 | 0.230 |
| Petersburg | 59 56 | 0 | 0.059 | 0.059 | 0 | 0.063 |
| Abo | 60 27 | 0 | 0.113 | 0.050 | —0.083 | 0.114 |

Bestimmt man aus der gegebenen Formel, in welcher 0‴9676 die Oscillation am Aequator wird, die Breiten, unter welchen sie nach einander um 0‴05 sich ändert, so erhält man

| Δl | l | Δl | l |
|---|---|---|---|
| 0.95 | 6°54 | 0.35 | 45°32′ |
| 0.90 | 13 39 | 0.30 | 47 54 |
| 0.85 | 18 8 | 0.25 | 50 17 |
| 0.80 | 21 49 | 0.20 | 52 42 |
| 0.75 | 25 3 | 0.15 | 55 12 |
| 0.70 | 29 14 | 0.10 | 57 45 |
| 0.65 | 30 47 | 0.05 | 60 26 |
| 0.60 | 33 24 | 0 | 63 16 |
| 0.55 | 35 56 | —0.05 | 66 21 |
| 0.50 | 38 23 | —0.10 | 69 46 |
| 0.45 | 40 47 | —0.15 | 73 44 |
| 0.50 | 43 10 | —0.20 | 78 53 |

Reducirt man hingegen alle Beobachtungen vermittelst des Werthes A=0.00341 auf das Niveau des Meeres, und stellt die so reducirten (in der vorigen Tafel die letzte Columne) Barometerstände als Function der Breite dar, so erhält man nach Kämtz:

$$\Delta\iota = -0.'''2762 + 1.'''2877 \cos^2 l$$

und daraus folgende Breiten für die Verminderung der Oscillation um 0.05.

| Δι | l | Δι | l |
|---|---|---|---|
| 1.00 | 5°26′ | 0.35 | 45°47′ |
| 0.95 | 12 38 | 0.30 | 48 1 |
| 0.90 | 17 52 | 0.25 | 50 16 |
| 0.85 | 20 45 | 0.20 | 52 33 |
| 0.80 | 23 55 | 0.15 | 54 33 |
| 0.75 | 26 47 | 0.10 | 57 17 |
| 0.70 | 29 28 | 0.05 | 59 47 |
| 0.65 | 32 0 | 0. | 62 26 |
| 0.60 | 34 26 | −0.05 | 65 13 |
| 0.55 | 36 46 | −0.10 | 68 17 |
| 0.50 | 39 4 | −0.15 | 71 45 |
| 0.45 | 41 20 | −0.20 | 75 55 |
| 0.40 | 43 34 | −0.25 | 81 48 |

## Einfluss der Wasserdämpfe auf die tägliche Veränderung.

Was aber den Antheil anbetrifft, welchen, die Elasticität der der trockenen Luft beigemengten Dämpfe auf die Grösse und den Gang der täglichen Oscillation äussert, so sieht man unmittelbar ein, dass er sehr verschieden ausfallen wird, je nachdem der Beobachtungsort in der Nähe des Meeres oder fern von demselben gelegen ist. Für einen Ort der ersten Art habe ich durch Berechnung der Appenrader Beobachtungen gezeigt, dass die Curve der Elasticität des Wasserdampfes im jährlichen Mittel gar keine Einbiegung zeigt, sondern ununterbrochen von der kältesten Stunde des Tages nach der wärmsten hin steigt, und von dieser an eben so ununterbrochen abnimmt, und dass, wenn man die Aenderungen des Druckes der trockenen Luft daraus berechnet, diese das Morgenmaximum verlieren, und ebenfalls nur eine vierundzwanzigstündige, keine zwölfstündige Periode befolgen. Die Beobachtungen von Petersburg und von Plymouth haben dies Resultat seitdem bestätigt. An Orten hingegen, welche fern vom Meere liegen, wo also kein bei Tage eintretender Seewind das ergänzen

kann, was der Courant ascendant den untern Schichten an Feuchtigkeit entführt, wird die Curve der Elasticität des Wasserdampfes sich immer der Curve des Druckes der trockenen Luft anschliessen, indem beide nach der wärmeren Tageszeit hin sich senken, da sowohl trockene Luft als Wasserdämpfe durch den aufsteigenden Luftstrom in die Höhe geführt werden, oder seitlich abfliessen. Es wird also hier eine Sonderung beider Atmosphären für die Beobachtungen unwesentlich sein, da beide denselben Bedingungen unterworfen sind. Man hat für einen Ort des continentalen Climas daher zu erwarten, dass das Maximum am Morgen für die ganze Atmosphäre wegfallen wird, wie es bei Orten in der Nähe der See nur für den von der Elasticität des Wasserdampfes gesonderten Druck der Luft stattfindet, und wirklich bestätigt dies auch vollkommen eine Vergleichung dreijähriger in Petersburgurg und Catharinenburg angestellter Beobachtungen. Aus denselben ergiebt sich nämlich in halben englischen Linien

Petersburg.

| | Atmosphäre | El. d. Dampf. | trockne Luft |
|---|---|---|---|
| 8 | 598.77 | 4.57 | 594.20 |
| 10 | 598.84 | 4.64 | 594.20 |
| 12 | 598.83 | 4.67 | 594.16 |
| 2 | 598.75 | 4.65 | 594.10 |
| 4 | 598.69 | 4.60 | 594.09 |
| 6 | 598.66 | 4.57 | 594.09 |
| 8 | 598.66 | 4.57 | 594.09 |
| 10 | 598.66 | 4.51 | 594.15 |

Catharinenburg.

| | Atmosphäre | El. d. Dampf. | trockne Luft |
|---|---|---|---|
| 8 | 581.20 | 3.71 | 577.49 |
| 10 | 581.18 | 3.63 | 577.55 |
| 12 | 581.11 | 3.55 | 577.56 |
| 2 | 581.00 | 3.51 | 577.49 |
| 4 | 580.99 | 3.51 | 577.48 |
| 6 | 581.01 | 3.57 | 577.44 |
| 8 | 581.10 | 3.68 | 577.42 |
| 10 | 581.16 | 3.69 | 577.47 |

In dem Résumé der Beobachtungen von Plymouth sind nur die Mittel der directen Abweichungen des Psychometers angegeben, nicht die Mittel der aus denselben berechneten Elasticitäten. Obgleich die Elasticitäten, welche aus der mittleren Differenz des trockenen und nassen Thermometer abgeleitet werden können, sich wohl nicht bedeutend von dem Mittel der einzeln berechneter Elasticitäten unterscheiden werden, so ist doch zu erwarten, dass auch diese bekannt gemacht worden werden, da bei so geringen Grössen es nicht auf annäherungsweise sondern auf absolut richtige Zahlen ankommt. Sie entsprechen den Apenrader Beobachtungen.

Uebereinstimmend hiermit, geben die barometrische Beobachtungen in Barnoul und Slatust ebenfalls kein Maximum des Morgens, nämlich:

| | Barnoul | Slatust |
|---|---|---|
| 8 | 593.02 | 574.02 |
| 10 | 593.01 | 574.00 |
| 12 | 593.01 | 573.91 |
| 2 | 592.92 | 573.79 |
| 4 | 592.89 | 573.28 |
| 6 | 592.82 | 573.38 |
| 8 | 592.92 | 573.92 |
| 10 | 592.98 | 573.91 |
| Mittel | 592.96 | 573.90 |

Liegt in dem Verhalten des Wasserdampfes daher ein Erklärungsgrund für die Erscheinung, dass die tägliche Oscillation entfernt von den Küsten nicht nur grösser wird als in der Nähe derselben, sondern auch sich in ihrem Verlauf wesentlich modificirt, so erläutert dasselbe auch die Erscheinung, dass in der Zone der Moussons die Grösse derselben bedeutend vermindert wird, wenn die Regen bringenden Moussons herrschen. Betrachtet man die folgende Tafel, welche aus Sykes (on the atmospheric tides and meteorology of Dukhun. Phil. Trans. 1835. 199) entlehnt ist, so sieht man, dass während sie in Calcutta, Poonah, Bombay, Mahabuleshwur in den eigentlichen Sommermonaten während des SW. Mousson am kleinsten ist, dieselbe hingegen in Madras, wo die Regen im Herbst zu Anfang des NO. Mousson fallen, erst dann ihre bedeutendste Grösse erreicht. In Calcutta, Bombay, Poonah und Mahabuleshwur, und Aehnliches zeigt sich auch in Benares, Ma-

sellerpur und andern Orten, sind es grade die Wendemonate, wo die tägliche barometrische und thermische Veränderung am grössten wird. Es treten an allen diesen Orten daher zwei monatliche Maxima derselben ein, in Madras nur eins.

Die in der folgenden Tafel enthaltenen Zahlen geben den Unterschied in englischen Zollen des Maximum Morgens gegen 9 oder 10 Uhr und des Minimum Nachmittags gegen 3 oder 4 Uhr.

| | Calcutta | Madras | Bombay | Poonah | Hurrechunderghur | Mahabuleshwur |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Höhe | - | - | - | 1823′ | 3900′ | 4500′ |
| Januar | 0.123 | 0.072 | 0.099 | 0.136 | | 0.074 |
| Februar | 0.117 | 0.070 | 0.091 | 0.140 | | 0.067 |
| März | 0.125 | 0.076 | 0.107 | 0.133 | 0.102 | 0.083 |
| April | 0.124 | 0.081 | 0.086 | 0.143 | 0.098 | 0.084 |
| Mai | 0.115 | 0.081 | 0.071 | 0.132 | 0.090 | 0.075 |
| Juni | 0.095 | 0.092 | 0.054 | 0.106 | | 0.053 |
| Juli | 0.090 | 0.097 | 0.046 | 0.075 | | 0.056 |
| August | 0.099 | 0.105 | 0.063 | 0.085 | | 0.050 |
| Septbr. | 0.101 | 0.094 | 0.074 | 0.090 | | |
| October | 0.110 | 0.068 | | 0.125 | | |
| Novembr. | 0.107 | 0.071 | | 0.125 | | 0.080 |
| Decembr. | 0.114 | 0.074 | | 0.110 | | 0.074 |
| Mittel | 0.110 | 0.079 | 0.114 | 0.117 | | |

In Beziehung auf das Verhältniss der absoluten und relativen Feuchtigkeit, an einem tief gelegenen und an einem in bedeutender Höhe darüber liegendem Orte, geben die auf dem Rigi und Faulhorn gleichzeitig mit Zürich angestellten Beobachtungen von Kämtz und Horner folgende Werthe, für die einzelnen Stunden als Mittel beider Jahrgänge in den schon oben erwähnten Monaten.

**Absolute Dampfmenge.**

| | Zürich | Rigi | Zürich | Faulhorn |
|---|---|---|---|---|
| Mittag | 4.'''840 | 3.'''344 | 4.'''445 | 2.'''156 |
| 1 | 4. 870 | 3. 322 | 4. 370 | 2. 232 |
| 2 | 4. 898 | 3. 291 | 4. 375 | 2. 256 |
| 3 | 4. 838 | 3. 280 | 4. 331 | 2. 286 |
| 4 | 4. 864 | 3. 211 | 4. 278 | 2. 189 |
| 5 | 4. 950 | 3. 131 | 4. 372 | 2. 046 |
| 6 | 4. 977 | 3. 096 | 4. 418 | 1. 914 |
| 7 | 4. 971 | 3. 031 | 4. 370 | 1. 843 |
| 8 | 5. 025 | 2. 966 | 4. 281 | 1. 776 |
| 9 | 5. 010 | 2. 971 | 4. 185 | 1. 741 |
| 10 | 4. 935 | 2. 950 | 4. 097 | 1. 710 |
| 11 | 4. 900 | 2. 919 | 4. 026 | 1. 683 |
| Mittern. | 4. 854 | 2. 896 | 3. 962 | 1. 654 |
| M. 1 | 4. 801 | 2. 874 | 3. 893 | 1. 622 |
| 2 | 4. 748 | 2. 850 | 3. 818 | 1. 591 |
| 3 | 4. 705 | 2. 821 | 3. 746 | 1. 565 |
| 4 | 4. 683 | 2. 795 | 3. 689 | 1. 550 |
| 5 | 4. 687 | 2. 778 | 3. 680 | 1. 550 |
| 6 | 4. 740 | 2. 847 | 3. 716 | 1. 559 |
| 7 | 4. 822 | 2. 909 | 3. 757 | 1. 607 |
| 8 | 4. 935 | 2. 996 | 3. 931 | 1. 678 |
| 9 | 4. 902 | 3. 111 | 3. 162 | 1. 773 |
| 10 | 4. 910 | 3. 222 | 4. 223 | 1. 894 |
| 11 | 4. 899 | 3. 293 | 4. 329 | 2. 050 |
| Mittel | 4. 865 | 3. 037 | 4. 102 | 1. 830 |

Relative Dampfmenge.

| | Zürich | Rigi | Zürich | Faulhorn |
|---|---|---|---|---|
| Mittag | 58.9 | 80.3 | 64.0 | 73.4 |
| 1 | 58.7 | 78.2 | 60.7 | 75.7 |
| 2 | 58.6 | 78.6 | 59.2 | 77.0 |
| 3 | 60.0 | 79.8 | 57.9 | 80.7 |
| 4 | 60.9 | 81.2 | 58.8 | 80.8 |
| 5 | 63.8 | 82.7 | 63.6 | 80.5 |
| 6 | 66.6 | 85.2 | 69.5 | 78.5 |
| 7 | 71.4 | 85.7 | 74.1 | 77.6 |
| 8 | 76.3 | 86.4 | 76.7 | 76.1 |
| 9 | 79.6 | 87.3 | 78.7 | 75.8 |
| 10 | 81.7 | 87.8 | 80.4 | 75.0 |
| 11 | 83.8 | 87.8 | 81.6 | 74.4 |
| Mittern. | 85.3 | 87.7 | 82.4 | 73.7 |
| 1 | 86.7 | 87.7 | 83.1 | 73.0 |
| 2 | 87.7 | 87.6 | 83.8 | 72.6 |
| 3 | 89.0 | 87.5 | 84.8 | 72.3 |
| 4 | 90.0 | 87.5 | 85.7 | 72.1 |
| 5 | 89.7 | 87.0 | 86.4 | 71.9 |
| 6 | 86.9 | 85.7 | 86.8 | 71.9 |
| 7 | 82.4 | 84.6 | 84.5 | 70.6 |
| 8 | 76.9 | 83.4 | 80.6 | 69.8 |
| 9 | 69.9 | 81.2 | 76.2 | 69.7 |
| 10 | 65.1 | 81.1 | 70.4 | 71.3 |
| 11 | 61.7 | 81.5 | 67.1 | 81.8 |
| Mittel | 74.6 | 84.3 | 74.8 | 74.4 |

Die um die Zeit des Sonnenaufgangs kleinste Dampfmenge erreicht daher in der Tiefe um etwa 9 Uhr Morgens einen grössern Werth, hierauf folgt eine schwache Abnahme derselben um die Mittagszeit, welche in der Höhe ganz fehlt. Das zweite Maximum in der Tiefe tritt gegen Sonnenuntergang ein. Noch entschiedener zeigen sich diese Einwirkungen der am Tage aufsteigenden und gegen Abend herabsinkenden feuchten Luft, in Beziehung auf den Gang der relativen Feuchtigkeit übereinstimmend mit den bereits von Deluc und Saussure erhaltenen Ergebnissen. Das in der Tiefe sehr bedeutende Zugehen der Instrumente

Trockenheit, wenn die Temperatur gegen Mittag sich entschie- steigert, ist deswegen in der Höhe viel geringer, so dass auf ı Faulhorn das Phänomen bereits sich fast vollständig umkehrt, em auf demselben der trockenste Moment am Morgen stattfin- , wenige Stunden später als der Eintritt der grössern relativen ıchtigkeit in der Tiefe. (Kämtz Vorlesungen über Meteorolo- p. 108.)

rtheilung der Dampfmenge in der jährlichen Periode.

Wegen Mangel an Beobachtungen aus der Passatzone kann nur die Verhältnisse in Hindostan mit denen der gemässigten ıe vergleichen.

| | Calcutta | Benares | Nasirabad | Seringapatam | Poonah |
|---|---|---|---|---|---|
| uar | 4.53 | 4.64 | 2.218 | 5.179 | 4.718 |
| ›ruar | 5.88 | 4.69 | 2.476 | 5.922 | 3.851 |
| rz | 7.25 | 4.94 | 2.476 | 6.113 | 3.907 |
| ril | 8.35 | 5.37 | 2.701 | 7.633 | 5.664 |
| i | 10.59 | 6.91 | 2.972 | 7.633 | 7.082 |
| ıi | 10.69 | 10.69 | 6.575 | 7.397 | 8.614 |
| i | 10.64 | 11.69 | 8.568 | 7.161 | 8.760 |
| gust | 10.74 | 11.66 | 8.523 | 6.687 | 8.411 |
| ›tbr. | 10.15 | 10.66 | 7.239 | 6.687 | 7.985 |
| tober | 9.38 | 8.99 | 3.771 | 7.161 | 6.903 |
| vbr. | 6.45 | 6.19 | 3.232 | 6.622 | 5.461 |
| cbr. | 5.62 | 4.42 | 2.780 | 5.845 | 3.626 |
| ittel | 8.35 | 7.55 | 4.47 | 6.67 | 6.25 |
| nters. | 6.21 | 7.27 | 6.35 | 2.45 | 4.90 |

| | London | Apenrade | Halle | Jena |
|---|---|---|---|---|
| Januar | 2.82 | 2.335 | 1.999 | 1.955 |
| Februar | 2.89 | 2.235 | 2.105 | 2.110 |
| März | 3.38 | 2.573 | 2.264 | 2.118 |
| April | 3.84 | 3.495 | 2.769 | 2.446 |
| Mai | 4.19 | 4.280 | 3.474 | 3.703 |
| Juni | 5.05 | 5.435 | 4.537 | 4.134 |
| Juli | 5.56 | 6.133 | 5.154 | 4.916 |
| August | 5.78 | 5.968 | 4.744 | 4.419 |
| Septbr. | 5.28 | 5.525 | 4.238 | 4.091 |
| Octbr. | 4.15 | 4.338 | 3.488 | 2.954 |
| Novbr. | 3.55 | 2.902 | 2.502 | 2.277 |
| Decbr. | 3.28 | 2.790 | 2.482 | 2.175 |
| Mittel | 4.147 | 4.00 | 3.31 | 3.118 |
| Unt. | 296 | 3.90 | 3.16 | 2.96 |

| | Petersb.[3] | Lugan[1] | Slatust | Bogoslowsk | Catharienb[3] |
|---|---|---|---|---|---|
| Breite | 59.°57′ | 48.°35′ | 55.°11′ | 59.°45′ | 56.°50′ |
| Länge P. | 27.°59′ | 37.°1′ | 57.°25′ | 57.°39′ | 58.°14′ |
| Januar | 1.06 | 0.68 | | | 0.65 |
| Februar | 1.19 | 1.22 | | | 0.67 |
| März | 1.45 | 1.54 | | | 0.98 |
| April | 1.87 | 1.82 | | | 1.14 |
| Mai | 2.33 | 3.44 | | | 1.82 |
| Juni | 3.09 | 4.43 | | 3.51 | 3.05 |
| Juli | 3.90 | 4.84 | 3.90 | 4.03 | 3.80 |
| August | 4.07 | 4.26 | 3.92 | 3.76 | 3.63 |
| Septbr. | 3.41 | 2.83 | 2.71 | 2.22 | 2.46 |
| October | 2.29 | 2.47 | 1.53 | 1.77 | 1.61 |
| Novmbr. | 2.12 | 1.87 | 1.09 | 1.15 | 1.13 |
| Decbr. | 1.27 | 1.58 | 0.74 | 0.54 | 0.71 |
| Jahr | 2.33 | 2.58 | | | 1.80 |
| Unters. | 3.01 | 4.16 | 3.16 | 3.49 | 3.15 |

Die ersten beiden Tafeln in französischen, die letztere in englischen Linien. Aus der Vergleichung derselben geht hervor:

1. In der Zone der Moussons steigt in den Sommermonaten die Elasticität der Dämpfe so plötzlich, dass diese unverhältnissmässige Zunahme einer fremden Ursache, dem Eindringen des feuchten SW. Mousson zuzuschreiben ist.
2. In der gemässigten Zone nimmt die Elasticität der Dämpfe mit der Entfernung von der Küste immer mehr ab, und scheint sich in der jährlichen Periode desto stärker zu ändern, je weiter man in das Innere der Continente vordringt.

Die Vertheilung des Druckes der Dampfatmosphäre auf der Oberfläche des Meeres, hat Kämtz besonders aus den Beobachtungen von Beechey, Sabine, Parry, Caldcleugh und Daniell zu bestimmen gesucht, vollständiger als es früher von Daniell und von mir geschehen ist. Er findet für den nördlichen atlantischen Ocean in pariser Linien

$$e_x = 0.'''1370 + 8'''9004 \cos^2 x$$

für den nördlichen grossen Ocean für niedere Breiten bis 37½° N.

$$e_x = -2.'''776 + 12.'''865 \cos^2 x$$

hingegen für die Breiten von 37½° N an

$$e_x = 1'''270 + 6'''229 \cos^2 x .$$

Wo $e_x$ die der Breite x entsprechenden Elasticität der Dämpfe.

Aus diesen Formeln würde der Druck der Dampfatmosphäre n Aequator über dem atlantischen Ocean 9.‴037 betragen, hingen über dem grossen 10.‴089, was nach Kämtz vielleicht it der geringeren Wärme des tropishen Meerwassers im atlantiheu Ocean zusammenhängt. Die Temperatur des Aequatorialassers ist nämlich 26.°6 C, während die Elasticität 9.‴037 eir bei 23°1 C. gesättigten Luft entspricht, der Thaupunkt liegt so 3.°5 tiefer als die Temperatur. Ebenso findet sich im grosn Ocean die Wärme des Meerwassers 28°4, die der Elasticität ‴02 entsprechende Wärme 24°9 würde 3°5 als Differenz des haupunktes und der Temperatur geben. Da nun Meerwasser i 103.°7 siedet, so zeigt sich zwischen dem Siedpunkt des eerwassers und dem des reinen dieselbe Differenz, als zwischen der mperatur des Meerwassers und dem Condensationspunkt der er ihm in der Luft enthaltenen Dämpfe. Da nun nach dem altonschen Gesetz für verschiedene Flüssigkeiten die Spannung r Dämpfe in gleichem Abstande von ihrem respectiven Siedeunkte nahe gleich, so würde die Elasticität des Meerwasserdames bei irgend einer Temperatur gleich der Elasticität des Dames von reinem Wasser bei einer um 3.°7 höheren Temperatur raus würde also folgen, dass die Atmosphäre über dem Meere it Dämpfen von Meerwasser gesättigt ist. (Pogg. Ann. 30, p. 62.)

---

## Electrische Erscheinungen der Atmosphäre.

Die nachfolgenden Notizen entlehnen wir aus Arago sur le nnere. Sie ergänzen das im Repertorium II, p. 86 Gegebene.

### Höhe der Gewitterwolken.

Nach den Messungen von Peytier und Hossard war am Abnge der Pyrenäen die untere Fläche einiger Gewitter in einer öhe von 3000 bis 3300 Meter. Condamine erlebte auf den ichincha in der Höhe von 4868 Meter, Saussure auf dem Col Géant in der Höhe von 3471 ebenfalls Gewitter. Zur Bestimung der Höhe der Gewitterwolken über einer Ebene schlägt rago vor, aus der Zeit zwischen Blitz und Donner und der challgeschwindigkeit den directen Abstand der Wolke vom eobachter zu bestimmen, und aus dem Sinus des Höhenwinkels,

unter welchem der Blitz erscheint, seinen lothrechten Abstand v
Boden zu bestimmen. Auf diesem Wege erhielt er folgende l
stimmungen:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 6. Juni 1712 | in Paris | 8080 | Meter | Beobachter | de l'Isle. |
| 2. Juli 1761 | – Tobolsk | 3340 | – | – | Chappe. |
| 13. – 1761 | – Tobolsk | 3470 | – | – | – |
| 15. Mai 1773 | – Berlin | 1900 | – | – | Lambert. |
| 17. Juni 1773 | – Berlin | 1600 | – | – | – |

Die niedrigsten Gewitter waren hingegen in Paris zwisch
1000 und 2400 Meter, in Tobolsk zwischen 214 und 800.*)

## Blitze.

Sie zerfallen nach Arago in drei Klassen.

1. Zicktackförmige mit scharf begrenzten Rändern.
2. Blitze, welche grössere Theile der Wolken oder diese g
erleuchten, am bezeichnetsten in der Form, von welchem n
sagt, die Wolken öffnen sich.
3. Blitze in Form von Feuerkugeln, die sich langsamer beweg
als die beiden ersten Klassen, welche momentan erscheinen.

Blitze sind nicht immer von Donner begleitet, doch bl
bei der Angabe der Beobachtungsjournale immer der Zweifel,
fernes Wetterleuchten unter dem Namen „Blitze ohne Donn
zu verstehen sei.***) Auch hört man Donner ohne Blitze zu
hen. Blitze fahren mitunter in die Höhe, denn am 1. Mai 17
wurden in Steiermark, in der auf der Spitze des St. Ursula B
ges gelegenen Kapelle 7 Personen neben dem Dr. Werleschni

*) Nach den Beobachtungen auf der von du Petit-Thouars geführ
Fregatte Venus 1836—1839 ergab sich die Höhe der Wolken überha
sowohl über dem atlantischen als stillen Meere 900—1400 Meter.

**) Dass flackernde Blitze aus einzelnen von einander getrennten E
ladungen bestehen, habe ich durch die Versuche mit den Farbenkrei
gezeigt. Pogg. Ann. 35, 379.

***) Ich hatte im Sommer 1840 Gelegenheit einen Blitz ohne Don
zu beobachten, wo dies nicht der Fall sein konnte. Wolken zogen z
schen der Lücke des Geiersberges und der Mefferdorfer Höhe in
Flinsberger Thal, immer tiefer die Berge einhüllend mit heftigem Regen,
letzt war auch die Stelle an welcher ich mich befand, im Nebel. Plö
lich fuhr aus dieser Wolke ein sehr lebhafter Blitz ohne den gering
Donner. Ayrer's Beobacht. in Pogg. Ann. 48, 375 scheinen entscheid

rschlagen. Das Gewitter lag auf der halben Höhe des Gebirges, während die Kapelle selbst von der hellsten Sonne beschienen wurde. Denkt man sich den Donner dadurch enstehend, dass ine grosse Anzahl gleichzeitiger Explosionen, welche in einer Linie hinter einander liegen, von einem Standpunkte also im allgeeinen aus verschiedenen Entfernungen, und deswegen nach einander gehört worden, so kann man aus der Dauer desselben uf die Länge des Blitzes oder die horizontale Ausbreitung der ewitterwolken schliessen. Diese bildet nämlich die Grundlinie ines Dreiecks, dessen beide andere Seiten der Abstand des nächten und fernsten Punktes vom Beobachter sind. Da nun jede eite eines Dreiecks grösser als der Unterschied der beiden anern, so giebt die Dauer des Donners in Secunden mit der Schallechwindigkeit multiplicirt, eine Linie, welche kürzer ist, als die orizontale Ausbreitung der Gewitterwolken. Ein 45 Secunden nhaltender Donner, wie ihn de l'Isle beobachtete, führt also mit er Schallgeschwindigkeit von 337 Meter auf eine Länge des litzes von 15165 Meter.

Da man so laute Donnerschläge gehört, dass man die Stärke es Schalles der Explosion mehrerer hundert Geschütze verglich, ist es um so auffallender, dass man den Donner nur bis auf die ntfernung von 6 Lieurs hört nicht weiter.

Um zu entscheiden, ob das Wetterleuchten bei scheinbar heiirem Himmel der Reflex von Blitzen unter dem Horizonte sei der nicht, schlägt Arago vor, zu prüfen, ob dasselbe durch ein chromatisches Bergkrystallprisma und eine Krystallplatte betrachet, ein weisses, oder complimentar gefärbtes Doppelbild der Oeffung einer derselben zugekehrten Röhre gebe. Gewitter in den Wintermonaten treffen auf offener See Schiffe häufiger als Somergewitter.

Um zu entscheiden, ob das Abfeuern von Geschützen einen influss äussere auf die Zerstreuung der Gewitterwolken, verglich rago die Himmelsansicht, wie sie auf der pariser Sternwarte efunden worden, an den Tagen wo in der Entfernung von 2 ieues bei Vincennes die Schussübungen der Artillerie angestellt urden. Er fand unter 662 Tagen

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| n vorhergehenden Tage den Himmel bedeckt | 128 | mal heiter | 83 |
| n Tage der Uebung - - - | 158 | - - | 84 |
| n Tage nach derselben - - - | 146 | - - | 80 |

Also auf gewöhnliche Bedeckung wenigstens keinen Einfluss.

Gegen die Behauptung Arago's, dass man auf der See oder Inseln über 75° nördlicher Breite hinaus keinen Donner hört, bemerkt v. Baer (Bulletin de l'Acad. de St. Petersb. Mai 1839), dass zwar in Island und Grönland schon Gewitter selten, dass sie aber auch auf Novaja Semlya und selbst in Spitzbergen vorkommen. In höhern Breiten scheint die Anzahl der Gewitter im Innern der Continente abzunehmen, da nach 18 jährigen Beobachtungen in Archangel jährlich 6½ Gewitter, in Jakutzk und Nertchinsk hingegen nur 3.

Für die Gewitter in höheren Breiten giebt Kämtz folgende Vertheilung in den Jahreszeiten in Procenten der ganzen Anzahl.

| | Winter | Frühl. | Sommer | Herbst |
|---|---|---|---|---|
| Westliches Europa | 8.9 | 17.7 | 52.2 | 20.9 |
| Schweiz | 6.4 | 20.6 | 69.0 | 10.0 |
| Deutschland | 1.4 | 24.4 | 66.0 | 8.2 |
| Inneres Europa | 0 | 15.7 | 79.3 | 5.0 |

Für Orte der Tropen und ihre Grenzen, giebt Arago folgende Vertheilung an.

| Breite | Calcutta[1] 22½ | Rio Janeiro[6] 23 | Cairo[3] 30 | Buenos Ayres[6] 34½ | Abissynien[1] 13 |
|---|---|---|---|---|---|
| Jan. | — | 10.2 | 1 | 1.9 | — |
| Febr. | 4 | 9.3 | — | 2.6 | — |
| März | 6 | 4.0 | 0.5 | 2.1 | 4. |
| Apr. | 5 | 1.7 | 1. | 1.8 | 4. |
| Mai | 7 | 0.8 | — | 1.7 | 6. |
| Juni | 8 | 0.7 | — | 1.1 | 7. |
| Juli | 6 | 1.3 | — | 1.3 | 3. |
| Aug. | 10 | 1.1 | — | 1.0 | 6. |
| Sept. | 9 | 2.8 | — | 2.9 | 4. |
| Oct. | 5 | 3.7 | — | 2.3 | 4. |
| Nov. | — | 6.0 | 0.5 | 1.8 | — |
| Dec. | — | 9.0 | 0.5 | 2.0 | — |
| Jahr | 60 | 50.7 | 3.5 | 22.6 | 38 |

Für Paris in verschiedenen Perioden hingegen folgende Zahlen:

| | 1785-1803 | 1806-15 | 1816-25 | 1826-37 | 1785-1837 |
|---|---|---|---|---|---|
| Januar | 0.1 | — | 0.1 | — | 0.1 |
| Februar | 0.1 | 0.3 | — | 0.1 | 0.1 |
| März | 0.2 | 0.1 | 0.5 | 0.3 | 0.3 |
| April | 0.8 | 0.5 | 1.0 | 0.9 | 0.9 |
| Mai | 1.8 | 3 2 | 3.0 | 3.1 | 3.1 |
| Juni | 3.0 | 3.1 | 2.8 | 2.9 | 2.9 |
| Juli | 2.5 | 2.7 | 2.1 | 3.2 | 3.2 |
| August | 2.2 | 2.4 | 1.5 | 2 2 | 2.2 |
| September | 0.7 | 1.5 | 1.6 | 1.2 | 1.2 |
| October | 0.6 | 0.7 | 0.3 | 0.6 | 0.6 |
| November | 0.1 | 0.1 | 0.2 | — | — |
| December | 0.1 | 0.3 | 0.1 | 0.1 | 0.1 |
| Jahr | 12.2 | 14.9 | 13.2 | 14.7 | 13.8 |

Für die Vertheilung der Hagelwetter, welche entschieden zur Gewitterformation gehören, giebt Kämtz in der täglichen Periode in Beziehung auf die Schweiz und Deutschland folgende Verhältnisse, bei denen es aber vielleicht wünschenswerth gewesen wäre, die Orte der Ebene von den im Gebirge gelegenen zu trennen, und Graupel von Hagel zu unterscheiden.

| | Winter | Frühling | Sommer | Herbst | Jahr |
|---|---|---|---|---|---|
| Mittag | 1 | 8 | 10 | 5 | 24 |
| 1 | 4 | 18 | 8 | 6 | 36 |
| 2 | 10 | 38 | 15 | 13 | 78 |
| 3 | 4 | 19 | 11 | 8 | 42 |
| 4 | 5 | 14 | 17 | 1 | 37 |
| 5 | 4 | 16 | 13 | 3 | 36 |
| 6 | 1 | 9 | 8 | 5 | 23 |
| 7 | 1 | 6 | 10 | — | 17 |
| 8 | 1 | 3 | 3 | 4 | 11 |
| 9 | 2 | 18 | 6 | 3 | 29 |
| 10 | 3 | 2 | 3 | 1 | 9 |
| 11 | 1 | — | — | 1 | 2 |
| Mittern. | — | — | 2 | — | 2 |
| M. 1 | — | — | 1 | — | 1 |
| 2 | — | — | 2 | — | 2 |
| 3 | — | — | — | 1 | 1 |
| 4 | 1 | — | — | — | 1 |
| 5 | 2 | 2 | — | 1 | 5 |
| 6 | 1 | 1 | — | — | 2 |
| 7 | 7 | 13 | 3 | 6 | 29 |
| 8 | 4 | 3 | 1 | 2 | 10 |
| 9 | 3 | 6 | 2 | — | 11 |
| 10 | 2 | 8 | 3 | 1 | 14 |
| 11 | 1 | 10 | 4 | 5 | 20 |

Für die Vertheilung in den verschiedenen Jahreszeiten hingegen folgende Tafel (Vorlesungen über Meteorologie 449) in Procenten der ganzen Menge.

| | Winter | Frühling | Sommer | Herbst |
|---|---|---|---|---|
| England | 45.5 | 29.5 | 3.0 | 22.0 |
| Frankreich | 32.8 | 39.4 | 7.0 | 20.7 |
| Deutschland | 10.3 | 46.7 | 29.4 | 13.6 |
| Russland | 9.9 | 35.5 | 50.6 | 13.6 |

so dass von den Westküsten nach dem Innern der Continente die Graupelschauer abnehmen, während die Hagelfälle sich vermehren.

Nach Mateucci werden Gegenden, wo man Holzkohlen macht und Schwefel läutert, selten von Gewitter und nie von Hagel betroffen (Pogg. Ann. 49.240) Bei Cesena in der Romagna werden Stroh und Holzhaufen angezündet um sie zu vertreiben.

## Meteorsteine.

Die chemische Zusammensetzung derselben bildet den Gegenstand einer ausführlichen Abhandlung von Berzelius in Pogg. Ann. 33, p. 1. und 133, aus welcher wir folgendes entlehnen:

Die in den Meteorsteinen bisher gefundenen einfachen Bestandtheile, ihrer Zahl nach 18, sind: Eisen, Mangan, Nickel, Kobalt, Kupfer. Zinn, Kalium, Natrium, Calcium, Magnesium, Aluminium, Chrom, Sauerstoff, Wasserstoff Schwefel, Phosphor, Kohle, Kiesel. Die Meteorsteine sind Bergarten, gemengt aus mehreren Mineralien in veränderlichen Verhältnissen, nämlich gediegenes Eisen, Schwefeleisen, Magneteisenstein, Meteor-Olivin, in Säuren unlösliche Silicate von Talkerde, Kalk. Eisenoxydul, Manganoxydul, Thonerde, Kali und Natron, welche wahrscheinlich ein leucitartiges und ein pyroxenartiges Mineral bilden, Chromeisen und Zinnstein. Der Reichthum an Talkerde, welche überall vorwaltender Bestandtheil ist, die Seltenheit der Kieselerde und der unbedeutende Gehalt an Silicaten von Thonerde und Alkali unterscheiden diese Bergarten von terrestrischen. Von dieser den meisten Meteorsteinen eigenthümlichen Zusammensetzung, weicht die der Meteorsteine von Stannern, Jonzac und Juvenas ab. Sie enthalten kein gediegenes Eisen, wenig Talkerdesilicat hingegen Silicate von Kalk, Thonerde und Eisenoxydul und sind nach G. Rose

ein Gemenge von deutlich unterscheidbaren Mineralien, nämlich: Labrador, Pyroxen und etwas nickelfreien Magnetkies.

Betrachtet man die Textur eines grössern Meteorsteinstückes, so findet man, dass sie gesprungen gewesen sind, und dass diese Sprünge ausgefüllt wurden mit einer andern mehrentheils dunkleren Steinmasse. Dies weist auf eine langsamere Bildungsart hin, als einen vulkanischen Schmelzungsprocess. Auch kommt der Olivin in den Meteorsteinen nicht in Drusen wie in der Lava und in dem Basalt vor, sondern ist gleichförmig mit den übrigen Bestandtheilen gemengt. Wären die Meteorsteine aus flüssiger Form erkaltet, so wäre eine Erdbildung nicht denkbar, wie sie der Stein von Alais zeigt. Die geschmolzene schwarze Kruste ist erst in der Atmosphäre der Erde entstanden. Meteorsteine, welche gediegenes Eisen als überwiegenden Bestandtheil enthalten, zerspringen nicht bei dem Fallen, und bilden daher die grössern Massen. Das die Meteorsteine durchsetzende Eisen, rostet, wenn der Stein mit lufthaltigem Wasser befeuchtet wird, allmählig zu Eisenhydrat, in ihrer ursprünglichen Lagerstätte mangelte daher Luft, oder beides Luft und Wasser. Die Meteorsteine sind daher Mondsteine, die seltneren von einem Gebirge am Rande desselben.

In der Abhandlung sind die Analysen der Meteorsteine von Blansko, Chantonnay, Lontalax, Alais, der Pallasschen Masse und des verwünschten Burggrafen von Elbogen mitgetheilt. Die Analyse eines Macedonischen findet sich in Pogg. An. 16, 611, die der Masse von Bohumiliz in Pogg. Ann. 27 p. 118.

Bei den Versuchen von Bessel über die Kraft, mit welcher die Erde Körper von verschiedener Beschaffenheit anzieht (Abhandlungen der Berliner Academie 1830) ergab sich, dass das Meteoreisen von Brera und der Meteorstein von l'Aigle genau dieselbe Pendellänge gab als Gold, Silber, Eisen, Zink, Messing, Marmor, Thon, Quarz und Wasser. Sind daher die Meteorsteine nicht terrestrischen Ursprungs, so ist doch die Einwirkung der Schwere auf sie dieselbe, als auf irrdische Körper.

Bekanntlich hat Chladni gezeigt, dass die Meteorsteinfälle ziemlich gleichförmig in den einzelnen Monaten des Jahres vertheilt sind. Kämtz findet (Meteorologie 3, p. 304) folgende Verhältnisse: im Winter 28, im Frühling 44, im Sommer 34, im Herbst 35. Diese gleichförmige Vertheilung zeigt sich aber nach Capocci (Compt. rend. 11 und Pogg. Ann. 387) nicht in Beziehung auf ein-

zelne Tage. Es giebt nämlich deren, an welchen sie besonders häufig sind, wie folgende Zusammenstellung zeigt:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 29 | November | 1809 | 27 | November | 1824 |
| 28 | — | 1810 | 27 | — | 1824 |
| 29 | — | 1820 | 26 | — | 1831 |
| 30 | — | 1821 | 29 | — | 1831 |
| 28 | — | 1821 | 30 | — | 1834 |
| 28 | — | 1823 | 29 | — | 1839 |

und in Intervallen von 5 zu 5 Jahren:

| | | | Intervalle | | | | Intervalle |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 17 | Juli | 1666 | 5 Jahre | 17 | Juli | 1771 | 5 Jahre |
| 19 | — | 1686 | 4.9 — | 17 | — | 1806 | 6 — |
| 17 | — | 1730 | 5 — | 17 | — | 1818 | 5.7 — |
| 16 | — | 1750 | 6 — | 18 | — | 1835 | 5 — |
| | | 1755 | 5 — | 17 | — | 1835 | 5 — |
| 17 | — | 1761 | 5 — | 17 | — | 1840 | |

Da Feuerkugeln von Meteorsteinen nicht füglich zu trennen sind, so hat Kämtz für beide gemeinschaftlich ihre Vertheilung in der jährlichen Periode festzustellen gesucht. Er findet mit f(x) die Anzahl der Feuermeteore bezeichnet:

$$f_x = 49.00 + 13.54 \sin(x + 144°16') + 1.76 \sin(2x + 265°17')$$

also die wenigsten am 6. Juni, die meisten am 10. November, und folgende Zahlen für die einzelnen Monate:

| | Meteorsteine | Feuerkug. u. Meteorsteine beob. | Feuerkug. u. Meteorsteine berechn. | Unt. |
|---|---|---|---|---|
| Januar | 9 | 53 | 55.2 | + 2.2 |
| Februar | 11 | 46 | 49.3 | + 3.3 |
| März | 14 | 47 | 44.2 | — 2.8 |
| April | 13 | 41 | 39.8 | — 1.2 |
| Mai | 17 | 41 | 36.5 | — 4.5 |
| Juni | 10 | 25 | 35.9 | + 10.7 |
| Juli | 11 | 40 | 39.3 | — 0.7 |
| August | 13 | 61 | 46.7 | — 14.3 |
| September | 14 | 46 | 55.3 | + 9.3 |
| October | 11 | 53 | 61.7 | + 8.7 |
| November | 10 | 76 | 63.5 | — 12.5 |
| December | 8 | 59 | 60.6 | + 1.6 |

woraus unmittelbar hervorgeht, dass der August und November besonders ihrem Erscheinen günstig sind. In Beziehung auf die

Richtung in welchen die Feuerkugeln ziehen, sind hingegen die Verhältnisse

N. 18, NO. 17, O. 18, SO. 14, S. 9, SW. 16, W. 12, NW. 14 ihre mittlere Richtung also N. 34°39' O.

Gegen den Ursprung der Meteorsteine vom Monde bemerkt Olbers (Schumachers astronomisches Jahrbuch 1837 p. 54) „damit ein vom Monde vertikal geworfener Körper nicht auf diesen zurückkehre, bedarf es unter der Voraussetzung einer $\frac{1}{71,77}$ betragenden Mondmasse, wie sie Laplace bestimmt, eine Geschwindigkeit von 7575,23 par. Fuss, beträgt die Masse nach Brinkley aber nur $\frac{1}{78,11}$ eine Geschwindigkeit von 7377,31. Eine mit dieser Geschwindigkeit vom Monde ausgeworfene Masse, kann nur mit einer relativen Geschwindigkeit von 35000 Fuss in der Secunde bei der Oberfläche der Erde ankommen. Da aber die Sternschnuppen bei ihrem Eintritt in die Atmosphäre im Mittel eine relative Geschwindigkeit von 5 deutschen Meilen = 114,000 par. Fuss in der Secunde haben, so müssen diese mit einer Geschwindigkeit von fast 110,000 Fuss in der Secunde vom Monde ausgeschleudert sein, was doch wohl für ganz unmöglich zu halten ist.“

v. Hoff macht (Poggendorf Ann. 36, p. 161) besonders darauf aufmerksam, dass alle das Erscheinen von Feuerkugeln, aus denen Meteorsteine herabfallen, begleitende Erscheinungen dafür sprechen, dass die Meteorsteine nicht als fertige Massen in die Atmosphäre eintreten, sondern das Product eines erst dort sich einleitenden physisch chemischen Processes sind.

---

## Sternschnuppen.

Der Morgen des 13. November 1833 war in America durch eine Sternschnuppenerscheinung bezeichnet, welche zu den ausserordentlichsten Phänomen dieser Art gerechnet werden muss. Sie war sichtbar auf einem Flächenraume von 100,000 Quadratmeilen von Jamaica bis Halifax, vom 18. bis 43 Breitengrade und von 61. bis 91. Längengrade; die Sternschnuppen erschienen bei sehr durchsichtigem Himmel in drei Abänderungen, nämlich als phosphorescirende Linien, welche von mehreren Beobachtern Feuerflocken genannt wurden, als grosse Feuerkugeln, welche feurige stehende Spuren hinterliessen, und als leuchtende Körper, die eine Zeitlang

sichtbar blieben. Die Zahl der Meteore betrug nach Olmsted in 15′ etwa 650 an einem Theil des Himmels, der etwa ein Zehntheil des sichtbaren sein möchte, also 34640 in der Stunde und an 200,000 in den sechs Stunden der Dauer des Phänomens. Die meisten Beobachter vernahmen kein Geräusch, obgleich die Meteore nicht sehr hoch zu sein schienen. Gallertartige Massen sollen gefallen sein. Die Meteore gingen im Allgemeinen scheinbar von Einem Punkte aus, welcher eine feste Lage gegen die Sterne hatte, also nicht an der Drehung der Erde Theil nahm, woraus folgt, dass die Meteore ursprünglich unter sich parallel waren, und ihre Divergenz nur auf optischer Täuschung beruhte, dass sie kosmischen Ursprungs waren, wenngleich sie bis in die Atmosphäre hienabgehen mochten. Dieser Punkt der scheinbaren Radiation der Meteore lag im Halse des Löwen, und nach den nähern Angaben aus New Haven, Westpoint, Emmitsburg, Frederick, Worthington, Union Town fiel dieser Punkt nahe mit dem zusammen, auf welchen nach Enckes Berechnung die Erde zur Zeit der Sichtbarkeit des Phänomens zueilte, dessen Maximum um 9 Uhr Greenwicher Zeit am 13. November eintrat. Die Erde bewegte sich damals nach dem Punkt im Weltraume, dessen gerade Aufsteigung 143°55′, dessen nördliche Abweichung 14°20′ war, und in dieser Richtung lag der Punkt der Erdoberfläche, dessen westliche Länge von Greenwich 43°20′, dessen nördliche Breite 14°20′ war.

Diese ungewöhnliche Erscheinung erregte deswegen allgemeines Aufsehen, weil sie die Periodicität solcher grossen Sternschnuppenfälle erwies, denn in der Nacht vom 12. zum 13. Nov. 1832 hatte man ebenfalls eine ungewöhnliche Menge wahrgenommen, und beide Zeitpunkte schliessen sich so nahe an die vom 11. zum 12. November 1799 in Cumana von Alex. v. Humboldt beobachtete Erscheinung an, dass an eine periodische Wiederkehr seit der Zeit nicht mehr füglich gezweifelt werden konnte. Die grosse Verbreitung der Sichtbarkeit des Phänomens trat in diesen beiden Fällen eben so entschieden hervor. Denn während von 2 bis 5 Uhr Morgens am 12. November 1799 grosse Feuerbälle, Büschel von 2 Grad im Durchmesser werfend, unaufhörlich den Luftkreis von Cumana durchkreuzten, sah man in Isterstädt bei Weimar geschlängelte weisse Strahlen und Sternschnuppen, in Neu Herrnhut und Lichtenau in Grönland hingegen Feuerkugeln bis 1′ im Durchmesser die Nacht erhellen. Eben so ergiebt sich aus den in

ziggers Journal 66, p. 328, in der bibliotheque universelle 51 ), und in Pogg. Ann. 29. p. 447 gesammelten Nachrichten des schnuppenfalles von 1832, dessen grosse Verbreitung, da er rthsmuth, Scheffield und Great Malvern in England, im Denent Calvados, de lO'rne und des Jura in Frankreich, in zwischen Anbonne und Lausanne, im Kanton Bern, in furt a. M., Suttgart, Carlsruhe, Brüssel, Lüttich, Trier, Cöln, i, Achen, Schwelm, Lennep, Salzuflen, Berlin, Warschau, Petersburg, Odessa, Suczawa in der Bukowina und in Sudn Gouvernement Kursk und in Orenburg gesehen wurde, an n Orten in Gestalt eines wahren Feuerregens, an andern m nach allen Richtungen fliegender, und lange feurige Streich sich ziehender Feuerkugeln.

m 12. und 13. November sind ausser dem erwähnten Phänoron 1799 Nachrichten bedeutender Fälle auch aus andern i bekannt, wenn sie auch minder auffallend waren, oder er genau beobachtet sind, nämlich von den Jahren 1684, 1791, 1799, 1813, 1813, 1818, 1819, 1820, 1822, 1824;

Aus den späteren Beobachtungen lässt die periodische Wieir sich schärfer prüfen. Es wird nämlich die Mitte der Erung gesetzt:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| in Cumana von A. v. Humboldt | auf den | 11. | Novmbr. | $16^h$ |
| - Newhaven - Olmstedt | — | 12. | — | $16^h$ |
| - — - — | — | 13. | — | $13^h30'$ |
| - Breslau von Boguslawski | — | 13. | — | $16^h30'$ |
| n Königsb. von Busch u. Busolt | — | 13. | — | $16^h15'$ |

irt man die unmittelbar gegebenen Beobachtungen mit Bef den pariser Meridian, so erhält man für die wahren Songen vom festen Nachtgleichenpunkt von 1800 an gezählt, le Werthe (Schumacher astr. Nachr. 16. 350):

| | Zeit der par. Mer. | Sonnenlänge v. wahr. Nachtgl. | v. fest. N. |
|---|---|---|---|
| November 11 | $20^h36'$ | 230° 0′ | 230° 0′ |
| — 12 | 13 0 | 230°42′ | 230°15′ |
| — 12 | 21 0 | 230°48′ | 230°20′ |
| — 13 | 22 30 | 231°34′ | 231° 5′ |
| — 13 | 15 30 | 231°51′ | 231°21′ |
| — 13 | 15 0 | 231°20′ | 230°48′ |

Nachdem die regelmässige Periodität des Novemberphänome auf diese Weise erwiesen war und zu gleicher Zeit erkannt, da die Sternschnuppen dabei im Allgemeinen der bewegenden Er entgegen gehen und nicht an der Achsendrehung derselben Th nehmen, also von ausserhalb in ihre Atmosphäre treten, wur die Ansicht ihres kosmischen Ursprungs allgemein anerkannt, nad dem Brandes ihn früher bereits höchst wahrscheinlich gemad hatte. Auf diese Weise würden die Sternschnuppen daher a dem Gebiete der Physik in das der Astronomie übertreten, u in jener nur in so fern zur Sprache kommen, als sie, wie etw der Mond, einen Einfluss auf die atmosphärischen Verhältnis äusserten. Die verschiedenen Vorstellungen die man sich über di selben gebildet hat, sind folgende:

Nach Olbers (Schumachers astr. Jahrbuch 1837, p. 280) g hen eine sehr grosse Menge der planetarischen Molecule, weld die Sternschnuppen bilden, in Bahnen um die Sonne, welche d Ebene der Erdbahn zwischen dem 18. und 21. Grad des Stier schneiden. Diese einander sehr nahen, unter sich fast parall Bahnen, bilden gleichsam eine gemeinschaftliche Strasse für vi Myriaden, ja für viele Millionen dieser winzig kleinen Asteroid die in nicht sehr verschiedenen Umlaufszeiten, vielleicht vo oder 6 Jahren ihre Umkreisung der Sonne vollenden. Auch a dieser gemeinschaftlichen Strasse scheinen sie sehr ungleich ve theilt, bald in einem dichten Schwarm zusammengedrängt, bal weit von einander gesondert. Im Jahre 1799 und 1833, vielleid auch 1832, ging die Erde durch einen solchen dichten Schwarm in andern Jahren, so wie auch 1831, 1834 und 1836 begegne sie nur einzelnen, wenn gleich vielen Sternschnuppenasteroid Vielleicht gehen mehrere solcher dichter Schwärme auf dies Strasse einher, vielleicht aber müssen die Erdbewohner bis 186 warten, ehe sie dies merkwürdige Phänomen in seiner ganz Pracht, die es 1799 und 1833 hatte, sich wieder erneuern sehe

Olmsted glaubt, (Sillim. Americ. Journ. 49, p. 376 und Pog Ann. 38, p. 555) dass die Erde in jeder Periode der regelmässig Wiederkehr mit einer Meteor-Wolke zusammentreffe, deren Um laufszeit, da sie dem allgemeinen Gesetze der Anziehung unte worfen, nicht stillstehen könne, ein aliquoter Theil der Umlauf zeit der Erde sein müsse, und zwar wahrscheinlich ein halb Jahr. In ihrem Aphelium mit der Erdbahn zusammentreffend, wür

sie in ihrem Perihel nur 0.25992 des Halbmessers der Erdbahn von der Sonne abstehn. Diese Wolke sei wahrscheinlich das Zodiakallicht, welches im November 1833 gerade sehr ausgezeichnet gewesen sei. Bei dem Zusammentreffen der Meteorwolke mit der Erde, hülle jene wegen ihrer bedeutenden Ausdehnung diese vollständig ein.

Von der bis zur Bahn der Venus sich erstreckenden Nebelmasse, welche Cassini entdeckte und Zodiakallicht nannte, nahm derselbe später an, dass sie die verlängerte Sonnenatmosphäre sein möge. Sie müsste aber dann an der Rotationsgeschwindigkeit des Sonnenkörpers, dessen Umdrehung in 25,5 Tagen vollendet wird, Theil nehmen, und weil dann die Centrifugalkraft die Gravitation gegen die Sonne bedeutend überwöge, so würden die Theilchen des Nebels in den Weltenraum fortgeschleudert werden. Laplace kehrte daher zu der anfänglichen Ansicht von Cassini zurück, nach welcher dieser Nebel aus kleinen planetarischen Theilchen besteht, welche nahe der Ebene des Sonnenäquators parallel um die Sonne kreisen. Biot macht nur darauf aufmerksam, (Compte rend. 1836 II, p. 663 und Pogg. Ann. 39. 461) dass die Erde am 13. November sich nahe bei dem aufsteigenden Knoten der Nebelmasse befinde, sich gegen dieselbe hin bewege und sie bald darauf durchschneide, bei dieser Lage und Bewegung durch die Anziehung und durch ihr Zusammentreffen auf die materiellen Theile des Nebels wirken müsse, welche sich dann von ihr ganz oder eben so weit als die Erde von der Sonne befinden, und in Beziehung auf Richtung und Zeit ähnliche Erscheinungen hervorrufen werden, als die an den November Sternschnuppen beobachteten. Der stete Durchgang des Mercurs und der Venus durch weit mehr der Mitte zu liegende und daher dichter besetzte Gegenden der Nebelmasse, müsse unzählige Mengen von den Theilen derselben nach allen Richtungen fortschleudern, so dass die Erde sie zufällig auch in andern Punkten ihrer Bahn antreffe, wodurch die sporadisch vorkommenden Sternschnuppen erklärt würden. Eine jährliche Wiederholung der periodishcn Erscheinung in gleicher Intensität sei nicht zu erwarten, da jedes Erscheinen das Material erschöpfe, das Verlorne aber nur durch neue Ausdehnung der Nebelmasse ergänzt werden könne. Auch folge nicht, dass am 10. Mai an dem diametral entgegengesetzten Punkte der Erdbahn bei 230°41′ heliocentrischer Länge, ein ähnliches Phänomen ein-

treten müsse, da dies nur dann der Fall sein werde, wenn die Novemberplaneten Ellipsen beschrieben, welche der, in welcher die Erde sich bewegt, genau gleich wären, und ihre Knoten in gleicher Entfernung vom Perihel liegen hätten. Beschrieben dieselben kreisrunde Bahnen, so würde am 10. Mai die Erde in der Entfernung von 520 Erdhalbmessern also beinahe im neunfachen Abstande des Mondes bei ihnen vorübergehn.

Gegen die Biotsche Hypothese bemerkt Olbers (Schumachers astr. Jahrbuch 1836 p. 281) dass die zuverlässig beobachtete Geschwindigkeit der mehrsten Sternschnuppen gegen die Erde von 4, 5 und mehr Meilen in der Secunde mit der Annahme nach planetarischen Gesetzen rechtläufig um die Sonne kreisender Theilchen des Zodiacallichtes durchaus unvereinbar sei, ausserdem der Knoten des Sonnenaequators nicht in der Nähe des 20. Grades des Stiers, sondern des 20. der Zwillinge liegt.

A. Erman tritt der Annahme eines geschlossenen Ringes solcher kleiner planetarischer Körper bei, und nimmt an, dass die Asteroiden der Novemberperiode im May jedes Jahres zwischen der Sonne und der Erde auf dem Radiusvector derselben sich befinden, und durch Verdunkelung der Sonne die kalten Tage Mamertus, Pancratius und Servatius erzeugen. (Schumachers astronomische Nachrichten No. 390.) Bekanntlich hat Brandes (Unterhaltungen für Freunde der Physik und Astronomie I, p. 148) die Ursache solcher Rückfälle der Kälte aus der temporären Grösse des Temperaturunterschiedes nördlich und südlich von einander gelegener Orte, und aus dem abkühlenden Einflusse der Gebirge in der bereits sich erwärmenden Ebene abgeleitet, diese Erklärung aber nicht auf die kalten Tage des Mais ausgedehnt. Wenn eine solche Temperaturerniedrigung in einer wirklichen Verminderung der solaren Wärme durch Zwischentreten des Sternschnuppenstromes ihren Grund hat, so müsste, scheint mir, zwischen der Intensität der periodischen Sternschnuppenerscheinung in einem bestimmten Jahre und der auf der entgegengesetzten Seite eintretenden Abkühlung desselben, oder des vorhergehenden Jahres irgend eine Beziehung stattfinden, entweder in gleichem oder entgegengesetztem Sinne, je nachdem man annimmt, dass das Material nur erscheint oder sich erschöpft. Ausserdem müsste die Abkühlung, wenn sie in einem bestimmten Jahre an einem gewissen Orte besonders erheblich sich zeigt, auch an andern in gleicher Weise

emerklich sein. Die nachfolgende Zusammenstellung fünftägiger Mittel desselben Beobachtungsortes Jena umfasst nebst andern Jahren, von welchen im November keine auffallende Sternschnuppenerscheinung bekannt geworden ist, auch die Jahre 1791, 1799, 1822, 1824, 1833, 1834, 1835, bei welchen dies der Fall ist, kann also zur Prüfung dienen. Die Grade sind Réaumur, die Mittel bis 1824 aus den Stunden 8. 2. 8., in den letzten 3 Jahren 6. 9. 12. 3. 6. 9.

| | April | | Mai | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 23 | 28 | 3 | 8 | 13 | 18 | 23 |
| 1782 | 7.55 | 3.38 | 7.02 | 7.02 | 12.71 | 12.02 | 9.60 |
| 1783 | 6.31 | 7.55 | 8.53 | 4.18 | 14.40 | 14.13 | 12.36 |
| 1784 | 8.97 | 8.80 | -1.50 | 2.58 | 12.00 | 15.02 | 15.38 |
| 1785 | 7.06 | 6.08 | 8.31 | 11.47 | 10.35 | 10.47 | 10.88 |
| 1786 | 14.26 | 8.71 | 6.40 | 9.37 | 13.24 | 11.38 | 12.97 |
| 1787 | 5.69 | 4.13 | 8.66 | 11.15 | 12.18 | 8.53 | 13.28 |
| 1788 | 10.26 | 11.33 | 12.09 | 12.71 | 7.39 | 13.55 | 14.93 |
| 1789 | 8.92 | 11.24 | 15.59 | 15.15 | 16.57 | 12.36 | 11.91 |
| 1790 | 8.80 | 11.51 | 14.26 | 11.06 | 11.42 | 13.51 | 14.44 |
| 1791 | 11.91 | 16.80 | 9.60 | 7.39 | 11.91 | 11.20 | 14.93 |
| 1792 | 9.95 | 15.11 | 9.60 | 9.33 | 9.24 | 16.53 | 13.15 |
| 1793 | 4.97 | 11.29 | 10.75 | 13.90 | 16.71 | 8.88 | 10.58 |
| 1794 | 15.29 | 15.55 | 14.93 | 14.58 | 12.71 | 15.20 | 8.97 |
| 1795 | 11.29 | 14.13 | 15.73 | 10.49 | 7.73 | 12.18 | 13.42 |
| 1796 | 9.15 | 9.06 | 8.18 | 10.13 | 11.38 | 14.75 | 14.93 |
| 1797 | 11.91 | 8.27 | 11.02 | 10.31 | 13.24 | 14.84 | 15.55 |
| 1798 | 8.27 | 10.31 | 13.06 | 13.69 | 13.51 | 11.20 | 10.13 |
| 1799 | 8.09 | 6.13 | 7.73 | 13.29 | 11.47 | 13.51 | 11.73 |
| 1800 | 16.09 | 15.91 | 16.01 | 16.44 | 10.49 | 12.97 | 16.97 |
| 1821 | 13.75 | 14.71 | 13.85 | 12.04 | 9.69 | 9.83 | 9.36 |
| 1822 | 12.47 | 10.51 | 10.37 | 12.47 | 10.10 | 13.13 | 11.59 |
| 1823 | 5.27 | 6.62 | 9 61 | 13.50 | 12.39 | 14.73 | 13.76 |
| 1824 | 10.25 | 12.62 | 13.57 | 11.86 | 9.89 | 8.25 | 8.48 |
| 1825 | 11.01 | 14.01 | 14.11 | 15.39 | 6.74 | 7.19 | 14.28 |
| 1833 | 6.00 | 7.27 | 13.24 | 14.28 | 16.34 | 17.13 | 15.06 |
| 1834 | 5.12 | 11.32 | 12.53 | 16.03 | 14.93 | 13.90 | 13.78 |
| 1835 | 6.16 | 7.79 | 9.24 | 41.46 | 9.34 | 10.83 | 11.63 |

Zur Beantwortung der zweiten Frage, ob die in einem bestimmten Jahre besonders auffallende Temperaturerniederung zur Zeit der kalten Tage an vielen Orten gleichzeitig hervortrete, wie es sein müsste, wenn eine so universelle Ursache wie das Entziehen der Sonnenstrahlen der Grund der Erscheinung wäre, habe ich in der folgenden Tafel die fünftägigen Mittel von 6. — 10 und

und 11.—15. Mai einzelner Jahrgänge mit den von **Brandes** berechneten mittlern Werthe derselben Zeiträume in Mittel vieler Jahre vergleichen, wo also ein negatives Zeichen eine auffallend grosse Temperaturverminderung, ein positives hingegen eine kleine oder gar nicht stattfindende bezeichnet.

| | Petersb. | Sagan | Zwanenb. | Rochel. | Jena | Mannh. | St. Gotth. | Rom |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1782 | -1.36 | | | | -4.22 | -2.95 | -2.90 | -2.82 |
| | 2.77 | | | | 1.15 | 0.75 | 0.45 | -1.19 |
| 1783 | 0.52 | -1.56 | 2.81 | -2.00 | -7.06 | -2.09 | 0.26 | 0.13 |
| | 3.06 | 1.55 | 0.54 | -0.67 | 2.84 | 2.74 | 1.56 | 0.59 |
| 1784 | | 0.20 | -0.06 | -2.72 | -8.66 | 3.02 | 2.42 | 0.22 |
| | | 0.62 | -0.61 | -1.40 | 0 44 | 0.89 | -0.03 | 0.68 |
| 1785 | -1.30 | 2.20 | -0.60 | 4.01 | 0.23 | 3.56 | 2.48 | 0.48 |
| | -0.78 | -2.52 | -1.45 | 1.22 | -1.21 | -2.03 | -0.06 | -0.48 |
| 1786 | -0.84 | -0.91 | -1.71 | -0.22 | -1.87 | -0.89 | -1.40 | 0.48 |
| | 4.03 | 1.24 | -0.37 | 0.18 | 1.68 | -0.41 | -0.60 | 1.57 |
| 1787 | | | | -2.27 | -0.09 | -1.33 | | -3.54 |
| | | | | -2.48 | 0.62 | -1.62 | | -2.17 |
| 1788 | | | -0.90 | 1.77 | 1.47 | 2.73 | 2.95 | 0.86 |
| | | | -3.63 | 0.82 | -4.27 | -3.02 | -2.06 | 0.27 |
| 1789 | 3.14 | | | 1.74 | 3.91 | 3.44 | 2.83 | 0.40 |
| | 1.09 | | | 3.07 | 5.01 | 4.59 | 5.24 | 2.11 |
| 1790 | 2.76 | | | -0.63 | -0.18 | 0.36 | 1.09 | 0 13 |
| | -0.04 | | | 0.43 | -0.14 | -0.27 | 0.50 | -0.34 |
| 1791 | -3.12 | | | | -3.85 | -2.88 | -4.32 | -0.59 |
| | -0.98 | | | | 0.35 | 0.51 | -1.41 | -1.10 |
| 1792 | 1.40 | | | | -1.91 | -2.00 | -1.20 | 0.45 |
| | -2.23 | | | | -2.32 | -3.54 | -2.58 | -1.15 |

Die Beobachtungen im Jahre 1784 treffen auf das Ende einer langen Kälteperiode, welche in Jena noch fortdauerte, während sie an andern Orten eben geschlossen war.

Da ausser den als wirklich periodisch erkannten Sternschnuppen zu manchen Zeiten ebenfalls viele gesehen worden sind, (die mittlere Anzahl bestimmt **Quetelet** (Pogg. Ann. 41 p. 175) in Uebereinstimmung mit **Brandes** unter gewöhnlichen Verhältnisse für die Stunde auf 15,) ohne dass man von diesen eine Periodicität kennen gelernt hat, so entsteht die Frage, ob, wenn an einem als periodisch bereits erkannten Tage viele erscheinen, dass häufige Erscheinen unmittelbar ein Beweis dafür ist, dass die gesehenen Sternschnuppen zu den periodischen gehören. In der Nacht vom 12. zum 13. November 1838 wurden in Bremen in 9 Stunden 186 Sternschnuppen wahrgenommen. Ihre Bahnen zeigten aber nichts paralleles und hatten keinen Bezug auf das Sternbild des Löwen. Denn

im grossen sowohl als im kleinen Löwen erschienen nur 4, hingegen im Drachen 23, im grossen Bär 18, im Schwan 11, im Cepheus 9, in Pegasus 16, im Orion 14 u. s. w. Die über die von einem 30 Grad über den Horizont sich erstreckenden Nordlicht roth beleuchteten Himmelsräume, schiessenden Sternschnuppen, behielten ihre weisse Farbe ganz ungetrübt bei, woraus hervorzugehen schien, dass die rothe Nordlichtsmaterie weiter von der Erde entfernt war als diese Sternschnuppen. In der folgenden Nacht von 2 Uhr 40′ bis 4 Uhr 50 erschienen 100 Sternschnuppen. Diese kamen fast sämmtlich aus den beiden Löwen, und dem südlichen Theile des grossen Bären, und ihre Richtung war fast durchaus nach NNO. zuerst mehr nördlich, dann mehr nach Ost übergehend, die meisten mit stehen bleibenden Spuren. Diese Sternschnuppen sieht daher Olbers (Schumachers astronomische Nachrichten No. 372. p. 177.) als das eigentliche Novemberphänomen an, die der vorhergehenden Nacht hingegen den sporadischen angehörend.

In derselben Nacht vom 13. zum 14. wurden in Königsberg von den ungewöhnlich häufigen Sternschnuppen 67 in Beziehung auf Anfang und Ende der Bahn bestimmt. (ib No. 371. p. 172.)

In der Nacht vom 12. zum 13. November 1836 sah Herschel*) am Cap der guten Hoffnung sehr wenig Sternschnuppen, woraus hervorgehen würde, dass damals der Sternschnuppenstrom nur der nördlichen Erdhälfte nahe kam, also eine geringe Breite hatte. In derselben Nacht im Jahre 1836 beobachtete Wartmann**) in Genf die ganze Nacht hindurch den von Wolken bedeckten Himmel, dessen gleichförmige Wolkendecke sehr hoch zu sein schien. Fünfmal erschien diese Wolkendecke von einem schwachen vorübergehenden Schimmer erleuchtet, aber keine einzige Sternschnuppe kam unter die Wolkendecke herab, übereinstimmend mit den gleichzeitig in Breslau von Boguslawki angestellten Beobahtungen. In derselben Nacht wurden bei heiterem Himmel in Paris 170, in Frankfurt a. M. 155 Sternschnuppen gesehen. Diese Beobachtungen beweisen sehr augenfällig, dass das scheinbare Herabfallen der Sternschnuppen in sehr tiefe atmosphärische Schichten, in der Regel optische Täuschung ist.

---

*) Comp. rend. 1837, p. 549.

**) Bibliotheque universelle 1837, p. 373.

Von den in Breslau bei sich aufheiterndem Himmel durch correspondirende Beobachtungen bestimmten 4 Sternschnuppen, war die Länge der Bahn 1.49, 6.22 8.22, 10.88 Meilen, die respective Höhe des Anfangspunktes 4.44, 15.21, 10.13, 13.32, des Endpunktes 3.08, 9.04, 306, 16.45 Meilen.

Bei den von Brandes veranlassten correspondirenden Sternschnuppenbeobachtungen im Jahr 1823, aus welcher er ausser der Bestätigung ihrer bereits von ihm und Benzenberg früher nachgewiesenen bedeutenden Höhe auch den Schluss zog, dass sie sich vorwaltend gegen die Erde bewegten, ergab sich eine ungewöhnliche Anzahl derselben am 8. 10. und 11. August, ja selbst Reisende, welche kein weiteres Interesse an diesen Erscheinungen nahmen, wurden auf die zahlreichen und grossen feurigen Meteore aufmerksam. Ausserdem zeigten die Bahnen derselben, besonders am 11. August mehr Uebereinstimmung als gewöhnlich.

Als nun die Periodicität der Novembersternschnuppen erwiesen war, machte Olbers, Benzenberg und Quetelet auf diese Tage aufmerksam, da, wie Quetelet zeigte, im Jahr 1806, 1811, 1815, 1834, 1835 am 10. August ebenfals viele gesehen worden waren. Die Periodicität derselben hat sich seitdem durch eigens angestellte Beobachtungen ergeben. In Bremen wurden am 10. August 1837 in 70 Minuten 60 gezählt, am dritten Theile des Himmels; in Paris in einer Stunde 107, überhaupt in 4 Stunden 11 Minuten 291; in Mailand in 7½ Stunden 168, worunter 52 grosse; in Berlin konnten in 3½ Stunden 58 in Sterncharten eingetragen werden, darunter 26 erster Grösse; in Breslau 236, darunter 16 so gross als Venus, 117 gleich Sternen erster, 216 gleich Sternen zweiter Grösse; in Neisse 294; bei Ratibor 129 u. s. f. Auch in den vorhergehenden Nächten war die gesehene Anzahl bedeutend, in Düsseldorf 98 in 6 Stunden (im Jahr 1834 in der Nacht vom 11 — 12 August 85) deren mittlere Dauer 1″ 12.‴7, während die 28 erster Grösse 1″45.‴9, keine über 3″ Dauer gab, vermittelst einer Tertienuhr von Lundstedt bestimmt. Wie im Jahr 1823 zeigten auch diese Sternschnuppen einen auffallenden Parallelismus ihrer Bahnen, die zu Paris rückwärts verlängert grösstentheils auf das Sternbild des Stiers, nach welchen die Erde sich damals hin bewegte, trafen, ohngefähr übereinstimmend mit den Beobachtungen in Berlin, bei denen die mittlere Rectascension für den Anfangspunkt der rechtläufigen 44°21′ ist, für die rückläufigen

357°55'. Der Parallalelismus der Bahnen wurde auch in Düsseldorf wahrgenommen, da die Sternschnuppen sich in der Milchstrasse oder ihr parallel bewegten, die weniger glänzenden aber, welche sie durchschnitten, sich durch ihren unregelmässigen Lauf auszeichneten, indem sie Bogen mit plötzlichen Winkeln beschrieben, und gleichsam hüpften.

Im Jahr 1838 hat Feldt in Braunsberg für die Nacht vom 11. — 12. August den Anfangs- und Endpunkt der Bahnen nach Rectascension und Declination bestimmt. (Schumachers astronomische Nachrichten 16, 182.)

Im Jahr 1839 war die Anzahl der Sternschnuppen in den entsprechenden Nächten im Allgemeinen von denselben Erscheinungen begleitet. In der Nacht vom 9. zum 10. wurden in Brüssel in 5½ Stunden 141 gesehen, in der vom 10. zum 11. 313 in 6 Stunden vorwaltend von NO. nach SW, am ersten Tage nämlich unter 14 unterschiedenen Richtungen 44, am zweiten 123, und von NNO. nach SSW. 71 in Gent; unter 80 zwischen N. und O. nach S. und W. 41. In Parma in der ersten Nacht 353 in 6 Stunden 42 Minuten, und 819 in der folgenden in der Zeit von 6 St. 45'. Am 10. Aug. wurden in Königsberg 80, am 11. 88 Sternschnuppen *eingezeichnet* (Schumachers astr. Nachrichten No. 385.) Die Bahnen gingen im Allgemeinen rückwärts verlängert einem Punkte der Himmelskugel in der Gegend des Kopfes des Perseus nahe vorbei. In Berlin war die Häufigkeit folgende:

| | gezählt | eingezeichnet |
|---|---|---|
| Aug. 9 von $10^h23' - 14^h30'$ | | 60 |
| — 10 — 9 40 — 11 30 | 114 | 54 |
| — 11 — 10 8 — 12 12 | 78 | 48 |
| — 12 — 10 11 — 11 11 | 3 | 3 |
| — 14 — 10 50 — 12 0 | 16 | 9 |

Die Convergenzpunkte der Bahnen fallen nach der Berechnung von Packendorff, Erman und Petersen auf die Punkte deren Rectascension mit a, deren Declination mit d im Folgenden bezeichnet ist.

| | | a | d | Anzahl |
|---|---|---|---|---|
| 1837 | Aug. 10 Berlin | 217°18 ± 2°1 | — 57°26 ± 2°5 | 45 |
| | — — Breslau | 221°76 ± 0.41 | — 51.41 ± 0.16 | 200 |
| 1839 | Aug. 9 Berlin | 224.86 ± 3.63 | — 50.18 ± 2.19 | 50 |
| | — 10 Berlin | 223.88 ± 6.10 | — 52.39 ± 2.47 | 48 |
| | — 11 Berlin | 218.45 ± 7.12 | — 51.05 ± 2.87 | 43 |
| 1839 | — 10 Königsb. | 214.85 ± 4.33 | — 55.59 ± 2.96 | 75 |
| | — 11 Königsb. | 215.11 ± 2.46 | — 55.29 ± 2.02 | 74 |

Eine grosse Anzahl einzelner, sich auf das November und Augustphänomen beziehender Beobachtungen, finden sich in Valz über die abwechselnd recht und rückläufige Bewegung der periodischen August und Novembermeteore. Pogg. Ann. 46, p. 499 und in Garnier traité de météorologie II. 209.

Endlich ist noch von einer dritten periodischen Erscheinung gesprochen worden. Am 6. December 1798 sah nehmlich Brandes eine so grosse Anzahl Sternschnuppen in der Gegend von Hamburg, dass er die Anzahl der in dieser Nacht über seinen Horizont sichtbaren auf mehrere Tausende schätzt. Am 6. Dec. 1838 sah Flaugergues zu Toulon in einer halben Stunde 42 alle nahe von Zenith ausgehend, und 31 davon parallel laufend zwischen der Milchstrasse und dem grossen Quadrat des Pegasus. In der darauf folgenden Nacht sah Herrick in New Haven in Connecticut mit einem andern Beobachter 164 in zwei Stunden, andere wenigstens drei Viertel an einem Punkte nahe vom Stuhle des Cassiopeja auszugehen schienen, also von einem Punkte, der sehr entfernt von dem ist, nach welchem die Erde sich bewegte. (Comp. read. 8. p. 86. Pogg. Ann. 46. 362.)

In Brüssel sah man von 7 Uhr bis 7½ 9 Sternschnuppen vom Pegasus aus nach SSW. und SW. ziehen, in der darauf folgenden Stunde 37 fast jährlich beim Pegasus und Widder nach Punkten des Horizontes zwischen S O. und S W. ziehen.

Der Beobachtungen dieses dritten Falles sind noch zu wenig, um über ihre Periodicität zu entscheiden, welche in Beziehung auf den November und August wohl als erwiesen betrachtet werden kann. Denn wenn auch das Augustphänomen nie so auffallend sich gezeigt hat, als das des Novembers, vielleicht weil in dem an dieser Stelle breiteren Ringe die Asteroiden weniger dicht gedrängt sind, aber eben deswegen an mehreren auf einander fol-

genden Tagen erscheinen, und von Jahren, aus welchen häufige Fälle am 9. und 10. August erwähnt werden, bis jetzt nur das von 1779, 1781, 1798, 1820, 1823, 1826, 1833, 1836, 1837, 1838 bekannt ist, so erinnert die Bezeichnung der Sternschnuppen in Irland und Schottland: „brennende Thränen des heiligen Laurentius“ doch so unmittelbar an den 10. August den Tag des heiligen Laurentius, dass die Deutung des Prognosticon, welches in einer in Cambridge aufbewahrten Handschrift aus dem 17. Jahrhundert dem 10. August beigeschrieben ist, nämlich „Meteorodes“, dadurch unmittelbar gegeben scheint. (Quetelet, Forster und Forbes im Correspond. math. Ser. III. 1. p. 432 und Poggend. Annalen 46, 506.)

Auf diese Augustasteroiden hat A. Erman dieselben Schlüsse angewendet, welche oben von den Novemberasteroiden angeführt wurden. Die durch Entziehung der Sonnenstrahlen entstehende Verdunkelung und die in Golge derselben eintretende Temperaturerniedrigung würde auf den 7. Februar fallen. Um das Vorhandensein der letztern zu prüfen, füge ich in zwei Tafeln den Temperaturgang der Februar und Maiepoche an verschiedenen Orten der nördlichen Erdhälfte hinzu, welche täglich aus wenigstens zwanzigjährigen Beobachtungen bestimmt ist. Die Grade der ersten 3 Columnen sind Fahrenheitsche, die der vierten Centesimal, die der drei letzten Réaumur. Die Temperaturerniedrigung an den kalten Tagen des Mais tritt sehr deutlich, wie Erman gezeigt hat, in den freilich nur kurze Zeit umfassenden Beobachtungen der englischen Nordpolexpedition hervor. Ich bemerke nur noch, dass in Jena das Mittel der 5 Tage vom 5. — 9. Februar am niedrigsten ausfiel in den Jahren 1782, 1784, 1791, 1697, 1799, 1821, 1823, 1825, 1834, hoch hingegen in den Jahren 1783, 1787, 1790, 1792, 1796, 1798, 1822, 1833, 1835 und dass die gleichzeitigen Beobachtungen an den oben angeführten Orten auch zu diese Zeit eine so geringe Uebereinstimmung zeigen, dass eine ausserhalb der Erde zu suchende Ursache wenig wahrscheinlich wird, da diese Abweichungen vielmehr sich sehr natürlich aus der Folge der Temperaturverhältnisse an jedem bestimmten Orte ergeben. Es zeigt sich nämlich, wenn in einem bestimmten Jahre das fünftägige Mittel irgendwo auffallend niedrig ausfällt, während an andern Orten gleichzeitig dies nicht der Fall ist, dass an jenem Orte eine vorhergehende Kälteperiode noch fortdauert,

welche an den andern bereits geschlossen ist, oder mit andern Worten, dass die anomalen Temperaturverhältnisse über die Erdoberfläche von einem Orte zum andern allmählig fortschreiten, nicht gleichzeitig hervortreten. Jedenfalls aber ist die Anregung der Frage von Erman wichtig, weil, wenn die Sternschnuppen keinen nachweisbaren Einfluss auf die atmosphärischen Verhältnisse äussern, sie aus der Reihe der meteorologischen Erscheinungen ausgestrichen werden müssen, zu denen früher bekanntlich auch die Kometen gezählt worden. Denn Asteroiden, wenn sie wegen ihrer Kleinheit auch „planètes de poche“ genannt werden mögen, gehören als solche nicht in die Meteorologie.

Februar.

| | Madr.$^{20}$ | Salem$^{40}$ | London$^{20}$ | Paris$^{20}$ | Carlsruhe | Berlin | Wien |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 5 | 77.11 | 26.60 | 39.20 | 5.52 | 1.306 | −1.33 | −2.9 |
| 6 | 77.27 | 29.30 | 39.47 | 4.84 | 1.723 | −0.25 | −2.6 |
| 7 | 76.81 | 28.60 | 37.37 | 5.74 | 2.088 | −0.82 | −2.4 |
| 8 | 77.21 | 28.00 | 37.27 | 6.03 | 1.628 | 0.05 | −1.7 |
| 9 | 77.26 | 27.58 | 39.05 | 5.83 | 1.876 | 0.30 | −1.3 |
| 10 | 77.82 | 28.95 | 39.92 | 5.11 | 1.970 | 0.89 | −1.3 |
| 11 | 77.68 | 38.98 | 40.00 | 4.83 | 1.817 | 0.13 | −1.2 |
| 12 | 77.56 | 32.88 | 38.37 | 5.78 | 1.365 | −0.03 | +0.2 |
| 13 | 77.49 | 32.48 | 38.10 | 5.69 | 0.899 | 0.12 | −0.9 |
| 14 | 77.52 | 31.63 | 37.42 | 5.82 | 1.508 | 0.13 | −0.4 |
| 15 | 77.07 | 32.33 | 39.22 | 5.46 | 1.444 | −0.09 | 0.1 |
| 16 | 77.39 | | 38.90 | 5.98 | 1.227 | −0.28 | −0.2 |
| 17 | 77.93 | | 37.82 | 6.09 | 1.183 | −0.14 | −1.0 |

Mai.

| | Madras | Salem | London | Paris | Carlsruhe | Berlin | Wien |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 5 | 85.90 | 51.13 | 53.22 | 14.29 | 11.590 | 10.87 | 9.9 |
| 6 | 86.12 | 51.35 | 54.57 | 13.96 | 11.584 | 11.35 | 9.8 |
| 7 | 86.55 | 50.95 | 54.70 | 14.67 | 11.832 | 11.83 | 9.7 |
| 8 | 86.22 | 51.98 | 55.07 | 14.49 | 12.337 | 10.87 | 9.9 |
| 9 | 75.78 | 53.23 | 54.20 | 13.94 | 12.220 | 9.66 | 9.3 |
| 10 | 86.51 | 53.68 | 53.87 | 13.80 | 11.937 | 9.21 | 9.7 |
| 11 | 86.37 | 53.35 | 54.74 | 14.20 | 12.161 | 9.37 | 10.1 |
| 12 | 86.08 | 53.98 | 54.22 | 14.88 | 12.229 | 9.14 | 10.0 |
| 13 | 87.22 | 54.80 | 54.12 | 13.69 | 11.985 | 9.80 | 11.0 |
| 14 | 87.25 | 53.75 | 53.47 | 13.79 | 11.745 | 10.00 | 10.3 |
| 15 | 87.43 | 55.30 | 54.35 | 13.80 | 12.014 | 9.72 | 10.6 |
| 16 | 86.65 | 55.08 | 55.30 | 14.03 | 12.371 | 10.15 | 10.4 |
| 17 | 86.82 | 54.03 | 56.65 | 15.35 | 12.580 | 10.38 | 10.9 |

Gegen die Annahme eines kosmischen Ursprungs der Sternschnuppen spricht vorzugsweise das Resultat, welches sich schon aus Brandes und Benzenbergs Beobachtungen im Jahre 1799 ergab, dass der Anfangspunkt vieler Sternschnuppen bedeutend niedriger ist als ihr Endpunkt, dass sie, wie Benzenberg sich ausdrückt, wie eine Rakete in die Höhe steigen. Diesen Einwurf macht daher Benzenberg, welcher ihren Ursprung vom Monde noch festhält, (in seiner Schrift „die Sternschnuppen" Hamburg 1839) vorzugsweise geltend. Es war daher wichtig zu untersuchen, ob das aus den Beobachtungen abgeleitete Resultat wirklich so sicher sei, als bisher angenommen wurde. Dies ist von Bessel geschehen in Schumachers astron. Nachrichten Vol. 16 No. 381, p. 321. Die von Brandes angestellten Berechnungen der Höhe der Sternschnuppen gründen sich nämlich auf die Voraussetzung, dass der Anfang und das Ende der Bahn von beiden Beobachtern gleichzeitig wahrgenommen werden, eine Voraussetzung, die, wenn sie irrig ist, eine wirklich fallende Sternschnuppe als eine steigende erscheinen lassen kann. Bessel hat daher neue Formeln zur Berechnung derselben entwickelt, welche unabhängig von jener Voraussetzung nur die Annahme, dass die scheinbaren Bahnen der Sternschnuppen grösste Kreise sind, enthalten. Bezeichnet man mit $\varepsilon$ den, bei der Angabe des Punktes am Himmel, an welchem die Sternschnuppe zu entstehen oder zu verschwinden scheint, begangenen Fehler, der unter den günstigsten Umständen doch einen halben Grad betragen kann, in der Regel aber einen Grad übertreffen wird, (so dass also $\varepsilon$ in der Regel grösser als 0.017453 ist) so erhält man nach Feldt's Berechnung der Brandesschen Beobachtungen von 1823 nach den Besselschen Formeln, die Höhe des Anfangspunktes in geographischen Meilen mit $H \pm a\,\varepsilon$, des Endpunktes mit $H_{,} \pm a_{,}\,\varepsilon$ bezeichnet und unter $a$ $a_{,}$ die Zahlenwerthe der zweiten und vierten Columne der folgenden Tafel verstanden, folgende Höhenbestimmungen, denen die von Brandes gegebenen unter der Rubrik h h, zur Vergleichung in der 5. und 6. Columne beigefügt sind.

| Nummer | H | ± | H, | ± | h | h, |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 6 | 11.79 | 1.23 | 7.69 | 0.27 | 9.7 | 5.9 |
| 10 | 29.73 | 2.80 | 33.73 | 3.78 | 30.1 | 41.7 |
| 12 | 16.86 | 1.12 | 8.12 | 0.33 | 13.6 | 7.4 |
| 13 | 13.12 | 1.40 | 10.01 | 0.92 | 14.0 | 8.9 |
| 14 | 10.20 | 0.68 | 6.75 | 0.41 | 9.6 | 4.5 |
| 17 | 27.00 | 9.20 | 14.21 | 1.75 | 19.6 | 16.0 |
| 18 | 9.53 | 0.37 | 8.58 | 0.30 | 9.5 | 7.7 |
| 20 | 10.71 | ∞ | 13.63 | ∞ | 10.6 | 12.6 |
| 21 | 27.11 | 3.09 | 18.33 | 1.08 | 19.8 | 18.0 |
| 22 | 12.29 | 3.37 | 12.73 | 3.32 | 8.1 | 17.1 |
| 23 | 14.32 | 1.07 | 13.12 | 0.86 | 14.3 | 14.3 |
| 26 | 18.33 | 11.22 | 17.49 | 16.45 | 5.2 | 8.1 |
| 30 | 30.41 | 2.10 | 19.61 | 0 80 | 28.0 | 20.6 |
| 33 | 20.65 | 1.99 | 11.33 | 0.80 | 18.2 | 11.2 |
| 34 | 15.67 | 2.00 | 16.26 | 2.76 | 15.2 | 16.6 |
| 35 | 14.58 | 1.24 | 11.01 | 0.95 | 14.3 | 9.9 |
| 36 | 26.05 | 36.25 | 32.01 | 59.58 | 36.0 | 54.2 |
| 38 | 13.65 | 0.35 | 11.35 | 0.45 | 14.2 | 12.0 |
| 40 | 13.93 | 0.52 | 11.73 | 0.50 | 13.6 | 11.3 |
| 43 b | 19.87 | 6.00 | 14.24 | 0.62 | 12.34 | 9.64 |
| 44 | 12.07 | 0.98 | 8.16 | 2.04 | 13.2 | 10.1 |
| 45 | 8.70 | 1.39 | 6.13 | 1.10 | 13.8 | 7.4 |
| 46 | 5.81 | 0.98 | 7.03 | 0.59 | 10.9 | 8.5 |
| 48 | 14.77 | 1.55 | 15.58 | 2.17 | 9.5 | 11.2 |
| 50 a | 20.06 | 2.37 | 13.26 | 0.94 | 25-29 | 12.6 |
| 50 c | 16.00 | 8.55 | 9.77 | 0.79 | 14.4 | 11.9 |
| 54 | 10.96 | 1.46 | 13.55 | 0.94 | 11.8 | 14.2 |
| 57 | 1.99 | 0.63 | 2.56 | 0.71 | 3.9 | 3.2 |
| 58 | 13.19 | 0.63 | 13.45 | 0.84 | 12.7 | 14.0 |
| 61 | 13.09 | 0.64 | 9.53 | 1.03 | 16.1 | 12.4 |
| 62 | 16.41 | 2.73 | 11.11 | 1.04 | 15.2 | 11.5 |

Die Nummern der Sternschnuppen sind die, welche sie in der Brandeschen Abhandlung haben. Nummer 10 ist am 10. August, No. 12, 13, 14, 17, 18 am 11. August beobachtet. Da die Höhe derselben sich an die zu andern Zeiten beobachteten anschliesst, so ist kein Grund vorhanden, in dieser Beziehung die sporadischen Sternschnuppen von den periodischen zu unterscheiden.

Unter den 30 berechneten Sternschnuppen, kommen also 10 aufsteigende vor. Bei 8 derselben, nämlich No. 10, 20, 22, 34, 36, 48, 57, 58, reicht ein Beobachtungfehler von weit weniger als einem Grad, bei No. 46 ein Fehler von einem Grad, bei No. 54 von etwas mehr als einem Grad hin, das Steigen in ein Fallen zu verwandeln. Da nun ausserdem selbst die Sternschnuppe No. 12 der Göttinger Beobachtungen von 1798, auf welche Benzenberg

viel Gewicht legte, zwar für ihren Anfang 6.87 Meilen, für
n Endpunkt 12.40 giebt, aber für H—H, die Correction ±
3 s Meilen zulässt, so würde bei Fehlern von einem Grad an al-
4 Orten auch diese Sternschnuppe nicht steigen. Man wird
er sehr selten genöthigt sein, das Zerspringen einer Feuerku-
als Grund einer wirklich nachgewiesenen aufsteigenden Bewe-
g anzunehmen.

Die folgende Tafel, welche aus Benzenbergs Schrift „die
nschnuppen" p. 315 entlehnt ist, giebt für die Mitternächte des
res 1808 die geraden Aufsteigungen und Abweichungen des
ktes, nach welchem man an den verschiedenen Tagen sehen
s, um die meisten Sternschnuppen wahrzunehmen, vorausge-
t, dass diese entweder als fest im Raume gedacht werden,
: als auf eine Art beweglich, die nicht in Betracht gezogen
d. Bei Bewegung einer nicht rotirenden Erde in einer Kreis-
ı, würde die Richtung des Punktes nach welchem die Erde
bewegt, in der Ekliptik 90 Grade von dem abstehen, an
chem die Sonne erscheint, seine Länge also um 90° geringer
. Excentricität und Drehungsbewegung können jede ihn um
n Grad ändern. Auch bleibt die Tafel mit Veränderungen,
eben so wenig hierbei in Betracht kommen, für folgende
e gültig.

| Monat | | Gerade Aufsteigung | | Abweichung |
|---|---|---|---|---|
| | | in Stunden | in Graden | |
| Januar | 0 | 12h37′ | 189°15′ | — 4.°0 |
| | 10 | 13 15 | 198 45 | — 8. 0 |
| | 20 | 13 54 | 208 30 | —11. 7 |
| | 30 | 14 33 | 218 15 | —15. 0 |
| Februar | 9 | 15 14 | 228 30 | —18. 0 |
| | 19 | 15 55 | 238 45 | —20. 4 |
| März | 1 | 16 37 | 249 15 | —22. 1 |
| | 11 | 17 21 | 260 15 | —23. 2 |
| | 21 | 18 4 | 271 0 | —23. 4 |
| | 31 | 18 47 | 281 45 | —23. 0 |
| April | 10 | 19 27 | 291 45 | —21. 9 |
| | 20 | 20 10 | 302 30 | —20. 1 |
| | 30 | 20 50 | 312 30 | —17. 7 |
| Mai | 10 | 21 29 | 322 15 | —14. 9 |
| | 20 | 22 6 | 331 30 | —11. 7 |
| | 30 | 22 42 | 340 30 | — 8. 2 |
| Juni | 9 | 23 18 | 349 30 | — 4. 4 |
| | 19 | 23 53 | 358 15 | — 0. 8 |
| | 29 | 0 28 | 2 20 | + 3. 0 |

| Monat | | Gerade Aufsteigung in Stunden | Gerade Aufsteigung in Graden | Abweichung |
|---|---|---|---|---|
| Juli | 9 | 1 h 3′ | 15° 45, | + 6.8 |
| | 19 | 1 39 | 24 45 | + 10.3 |
| | 29 | 2 15 | 33 45 | + 13.6 |
| August | 8 | 2 53 | 43 15 | + 16.6 |
| | 18 | 2 32 | 53 0 | + 19.2 |
| | 28 | 4 13 | 63 15 | + 21.2 |
| Septbr. | 7 | 4 54 | 73 30 | + 22.6 |
| | 17 | 5 36 | 84 . 0 | + 23.4 |
| | 27 | 6 19 | 94 45 | + 23.4 |
| October | 7 | 7 2 | 105 30 | + 22.7 |
| | 17 | 7 44 | 116 0 | + 21.3 |
| | 27 | 8 26 | 126 30 | + 19.3 |
| Novmbr. | 6 | 9 6 | 136 30 | + 16.6 |
| | 16 | 9 46 | 146 30 | + 13.3 |
| | 26 | 10 25 | 156 15 | + 9.9 |
| Decbr. | 6 | 11 3 | 165 45 | + 6.1 |
| | 16 | 11 40 | 175 0 | + 2.2 |
| | 26 | 12 18 | 184 30 | — 1.9 |
| | 36 | 12 55 | 193 95 | — 6.0 |

Der von Bensenberg herrührende Vorschlag, das V schwinden der Sternschnuppen zu Längenbestimmungen zu nutzen, ist von Schumacher mit Erfolg ausgeführt worden du gleichzeitige Beobachtungen in Altona, Bremen, Breslau und I nigsberg.

D.

# Zwölfter Abschnitt.

---

## Wärme.

### 1. Specifische Wärme.

Nachdem Dulong und Petit nachgewiesen hatten, dass Eisen, )uecksilber, Zink, Antimon, Silber, Kupfer, Platin, Glas zwischen • und 300° C eine grössere mittlere Wärmecapacität besitzen ls zwischen 0° und 100°, dass also nicht nur bei luftförmigen ondern auch bei flüssigen und festen Körpern diese mit der 'emperatur steigt, konnte das Dulongsche Gesetz, dass die speifischen Wärmen zweier einfachen Körper sich umgekehrt wie ihre ιtomgewichte verhalten, nur unter der Voraussetzung als streng ichtig gelten, dass bei höheren Temperaturen diese in demselben 'erhältniss abnähmen als jene zunehmen. Aber abgesehen von lieser nicht zuzulassenden Voraussetzung zeigte sich, dass, wenn nan die Berzeliusschen Atomgewichte mit den Dulongschen Wärmecapacitäten multiplicirt, das erhaltene Product nur für Blei, Gold, Platin, Zinn, Zink, Kupfer, Nickel, Eisen, Schwefel nahe constant wird, nämlich respective 37.94, 37.04, 38.72, 37 99, 37.36 37.55, 38.19, 37.31, 37.80, hingegen für Wismuth 25.53, für Silber 75.18, für Tellur 73.50, für Kobalt 55.28 ist. Nachdem aber Neumann (Pogg. Ann. 23. p. 1) nachgewiesen hatte, dass bei Oxyden mit 1 Atom Sauerstoff und 1 Atom Metal, Oxyden mit 3 Atomen Sauerstoff gegen 2 Atome Metal, Schwefelmetallen mit 1 Atom Schwefel gegen 1 Atom Metal, wasserfreien, schwefelsauren und kohlensauren Salzen eine ähnliche Relation als die

von Dulong und Petit bei einfachen Körpern gefundene stattfinde, dass nämlich bei jeder dieser Klassen von Körpern die specifischen Wärmen sich umgekehrt wie die Atomgewichte verhalten, war eine die einfachen und zusammengesetzten Körper umfassende Arbeit wünschenswerth, um durch Prüfung einer grossen Reihe derselben zu ermitteln, welche physikalische Bedingungen auf die Wärmecapacität eines Körpers Einfluss haben, die hauptsächlich aber nicht allein als eine Function des Atomgewichtes anzusehen sei. Diese Arbeit ist von Regnault ausgeführt worden. (Annal. de Chim. et de Phys. Tom. 73. p. 5. Pogg. Ann. 51. p. 73. 213. und Troisième serie 1. p. 129.) Wir theilen die erhaltenen Resultate zunächst in zwei Tabellen mit, von denen die erste die einfachen Substanzen, die zweite die zusammengesetzten enthält.

In der ersten Tafel begreift die Abtheilung A die Körper, welche im Zustande vollkommener Reinheit untersucht werden konnten. Die specifische Wärme der Substanzen der zweiten Abtheilung ist etwas zu hoch, da die in einem beschlagenen Tiegel reducirten Substanzen etwas kohlenhaltig waren. Iridium und Mangan waren unrein, die Bestimmungen gelten daher nur als Annäherungen. Die Zahlen der zweiten Columne für Arsen, Jod, Kohle und Phosphor sind von Avogrado bestimmt.

Die zweite Tafel zerfällt in 5 Unterabtheilungen nämlich 1) Legirungen; 2) Oxyde; 3) Schwefelmetalle; 4) Chlor-, Brom-, Jod- und Fluormetalle; 5) Salze. Die mit A bezeichneten Legirungen sind solche deren Schmelzpunkt weit über 100° liegt, die mit B bezeichneten schmelzen hingegen entweder unter 100 oder sind bei 100° nicht weit von ihrem Schmelzpunkt entfernt, so dass sie bei Annäherung zu 100° gewöhnlich sehr weich werden. Für die erste Klasse gilt das Gesetz: dass die specifische Wärme der Legirungen genau die mittlere der specifischen Wärmen der sie zusammensetzenden Metalle ist, unter welcher Voraussetzung die Zahlen der letzten Columne mit der Ueberschrift: „berechnete specifische Wärme" in beiden Abtheilungen der Legirungen berechnet sind. Die Annäherung an den Schmelzpunkt und das damit verbundene Weichwerden der Substanzen steigert die Wärmecapacität bedeutend, denn die berechneten Zahlen bleiben in der zweiten Abtheilung sehr weit hinter den empirisch erhaltenen

zurück, während die erste Abtheilung eine befriedigende Uebereinstimmung zeigt. Die Einheit für sämmtliche in den Tafeln gegebene Zahlen ist die specifische Wärme des Wassers = 1.00000 zwischen den Temperaturgrenzen 0° und 20° C. Zur Bestimmung wurde die Mischungsmethode angewendet. Die in einem Körbchen von dünnem Messingdraht, dessen Gewicht nur einen sehr kleinen Bruch von dem Gewicht der Substanz ausmachte, enthaltene Substanz wurde in einer durch Wasserdampf geheizten Darre erwärmt, und dann schnell in das Kühlgefäss herabgelassen. Die für den Versuch nothwendigen vorläufigen Bestimmmungen für die Bestandtheile des Apparates ergaben

| | |
|---|---|
| für Messing | 0.09391 |
| - Glas | 0.19768 |
| - Wasser | 1.0080 |
| - Terpentinöl | 0.42593 |

woraus folgt, dass die Capacität des Wassers mit der Temperatur steigt. Bei Körpern, von denen nur kleine Mengen angewendet werden konnten, wurde die fast drittehalb mal stärkere Temperaturerhöhung des Terpentinöls durch die zu bestimmende Substanz statt der eines gleichen Gewichtes Wasser angewendet.

Wo in der folgenden Tafel I. unter der Ueberschrift R. in der vorletzten Columne ein Strich sich befindet, ist das von Regnault angenommene Atomgewicht das von Berzelius.

## Tafel I. Specifische Wärme einfacher Körper.

| | Specif. Wärme | | Atomengewicht | | Product d. spec. Wärme in das Atomengewicht |
|---|---|---|---|---|---|
| | n. Regnault | n. Dulong u. Petit | B. | R. | |
| **Starre einfache Körper.** | | | | | |
| **Abtheilung A.** | | | | | |
| Eisen | 0.11379 | 0.1100 | 339.21 | — | 38.597 |
| Zink | 0.09555 | 0.0927 | 403.23 | — | 38.526 |
| Kupfer | 0.09515 | 0.0949 | 395.70 | — | 37.849 |
| Kadmium | 0.05669 | — | 696.77 | — | 39.502 |
| Silber | 0.05701 | 0.0557 | 1351.61 | 675.80 | 38.527 |
| Arsen. | 0.08140 | 0.081 | 470.04 | — | 38.261 |
| Blei | 0.03140 | 0.02983 | 1294.50 | — | 40.647 |
| Wismuth | 0.03084 | 0.0288 | 886.92 | 1330.37 | 45.034 |
| Antimon | 0.05077 | 0.0507 | 806.45 | — | 40.944 |
| Zinn v. Banca | 0.05623 | 0.0514 | 735.29 | — | 41.345 |
| Zinn v. England | 0,05695 | — | — | — | — |
| Nickel (a. d. Oxalat) | 0.10863 | 0.1035 | 369.68 | — | 40.160 |
| Kobalt (a. d. Oxalat) | 0.10696 | 0.1498 | 368.99 | — | 39.468 |
| Platin gewalzt | 0.03243 | 0.0314 | 1233.50 | — | 39.993 |
| Platin-Schwamm | 0.03293 | — | — | — | — |
| Palladium | 0.05927 | — | 665.90 | — | 39.468 |
| Gold | 0.03244 | 0.0298 | 1243.01 | — | 40.328 |
| Schwefel | 0.20259 | 0.1880 | 201.17 | — | 40.754 |
| Selen | 0.0837 | — | 494.58 | — | 41.403 |
| Tellur | 0.05155 | 0.0912 | 801.76 | — | 41.549 |
| Jod | 0.05412 | 0.089 | 789.75 | — | 42.703 |
| **Abtheilung B.** | | | | | |
| Uran | 0.06190 | — | 2711.36 | 677.84 | 41.960 |
| Wolfram | 0.03636 | — | 1183.00 | — | 43.002 |
| Molybdän | 0.07218 | — | 598.52 | — | 43.163 |
| Nickel ungeschmolz. kohlenhltg. | 0.11192 | — | — | 369.68 | 41.376 |
| Nickel geschmls. mehr kohlenhlt. | 0.11631 | — | — | 369.68 | 42.999 |
| Kobalt ebenso | 0.11712 | — | — | 368.99 | 43.217 |
| Stahl Hausmannscher | 0.11848 | — | — | 339.21 | 40.172 |
| Feineisen | 0.12728 | — | — | 339.21 | — |
| Weissroheisen | 0.12983 | — | — | 339.21 | — |
| Kohle | 0.24111 | 0.25 | 76.44 | 152.88 | — |
| Phosphor zw. 10° b. 30° | 0.1887 | 0.385 | 196.14 | — | — |
| — — — 0 b. 100° | 0,25142 | — | — | — | — |
| **Abtheilung C.** | | | | | |
| Iridium, unrein | 0.3683 | — | 1233.50 | — | 45.428 |
| Mangan, sehr kohlenhalt. | 0.14411 | — | 345.89 | — | 42.149 |
| **Einfache flüssige Körper.** | | | | | |
| Quecksilber | 0.03332 | 0.0330 | 1265.22 | — | 42.149 |

## Specifische Wärme zusammengesetzter Körper.

### 1. Legirungen.

| | Mittl. spec. Wärme | Atom-gewicht | Product beider | Ber. spec. Wärme |
|---|---|---|---|---|
| ıtheilung A. | | | | |
| + 1 At. Zinn | 0.04073 | 1014.9 | 41.34 | 0.04039 |
| + 2 At. Zinn | 0.04506 | 921.7 | 41.53 | 0.04461 |
| + 1 At. Antimon. | 0.03880 | 1050.5 | 40.76 | 0.03883 |
| nuth + 1 At. Zinn | 0.04000 | 1032.8 | 41.31 | 0.03987 |
| nuth + 2 At. Zinn | 0.04504 | 933.7 | 42.05 | 0.04415 |
| uuth + 2 At. Zinn Antimon | 0.04621 | 901.8 | 41.67 | 0.04564 |
| uuth + 2 At. Zinn Ant. + 2 At. Zink | 0.05657 | 735.6 | 41.61 | 0.05479 |
| ıtheilung B. | | | | |
| + 2 At. Zinn + 1 uuth | 0.04476 | 1023.9 | 45.83 | 0.04012 |
| + 2 At. Zinn + 2 uuth | 0.06082 | 1085.2 | 66.00 | 0.03785 |
| ks. + 1 At. Zinn | 0.07294 | 1000.5 | 72.97 | 0.04172 |
| ks. + 2 At. Zinn | 0.06591 | 912.1 | 60.12 | 0.04563 |
| ks. + 1 At. Blei | 0.03827 | 1280.1 | 48.99 | 0.03234 |

### 2. Oxyde.

| | Mittlere spec. Wärme | Atom-gewicht | Product beider |
|---|---|---|---|
| 1. Oxyde RO. | | | |
| ılverförmig | 0.05118 | 1394.5 | 71.34 |
| schmolzen | 0.05089 | 1394.5 | 70.94 |
| oxyd | 0.05179 | 1365.8 | 70.74 |
| lul | 0.15701 | 445.9 | 70.01 |
| | 0.14201 | 495.7 | 70.39 |
| | 0.16234 | 469.6 | 76.21 |
| geglüht | 0.15885 | 469.6 | 74.61 |
| | | Mittel | 72.03 |
| | 0.24394 | 258.4 | 63.03 |
| | 0.12480 | 503.2 | 62.77 |
| Oxyde $R_2O_3$. | | | |
| (Eisenglanz) | 0.16695 | 978.4 | 163.35 |
| chwach geglüht | 0.17569 | 978.4 | 171.90 |
| ıochmals geglüht | 0.17167 | 978.4 | 168.00 |
| ıtark geglüht | 0.16921 | 978.4 | 166.56 |
| ıochmals stark geglüht | 0.16814 | 978.4 | 164.44 |

| | Mittlere spec. Wärme | Atom-gewicht | Product beider |
|---|---|---|---|
| Arsenige Säure | 0.12786 | 1240.1 | 158.56 |
| Chromoxyd | 0.17960 | 1003.6 | 180.01 |
| Wismuthoxyd | 0.06053 | 2960.7 | 179.22 |
| Antimonoxyd | 0.09009 | 1912.9 | 172.34 |
| | | Mittel | 169.73 |
| Thonerde (Corund) | 0.19762 | 642.4 | 126.87 |
| — (Saphir) | 0.21732 | 642.4 | 139.61 |
| C. Oxyde $RO_2$. | | | |
| Zinnsäure | 0.09326 | 935.3 | 87.23 |
| Titansäure (künstliche) | 0.17164 | 503.7 | 86.45 |
| — (Rutil) | 0.17032 | 503.7 | 85.79 |
| | | Mittel | 86.49 |
| Antimonige Säure | 0.09535 | 1006.5 | 95.92 |
| D. Oxyde $RO_3$. | | | |
| Wolframsäure | 0.07983 | 1483.2 | 118.38 |
| Molybdänsäure | 0.13240 | 898.5 | 118.96 |
| Kieselsäure | 0.19132 | 577.5 | 110.48 |
| Borsäure | 0.23743 | 436.0 | 103.52 |
| E. Verwickelte Oxyde. | | | |
| Magneteisenstein | 0.16780 | 1417.6 | 237.87 |

## 3. Schwefelmetalle.

| | | | |
|---|---|---|---|
| A. Schwefelmetalle RS. | | | |
| Schwefeleisen | 0.13570 | 540.4 | 73.33 |
| Schwefelnickel | 0.12813 | 570.8 | 73.15 |
| Schwefelkobalt | 0.12512 | 570.0 | 71.34 |
| Schwefelzink | 0.12303 | 604.4 | 74.36 |
| Schwefelblei | 0.05086 | 1495.6 | 76.00 |
| Schwefelquecksilber | 0.05117 | 1467.0 | 75.06 |
| Schwefelzinn | 0.08365 | 936.5 | 78.34 |
| | | Mittel | 74.51 |
| B. Schwefelmetalle $R_2S_3$. | | | |
| Schwefelantimon | 0.08403 | 2216.4 | 186.21 |
| Schwefelwismuth | 0.06002 | 3264.2 | 195.90 |
| | | Mittel | 191.06 |
| C. Schwefelmetalle $RS_2$. | | | |
| Schwefeleisen (Eisenkies) | 0.13009 | 741.6 | 96.45 |
| Schwefelzinn | 0.11932 | 1137.7 | 135.66 |
| Schwefelmolybdän | 0.12334 | 1001.0 | 123.46 |
| | | Mittel | 129.56 |

| | Mittlere spec. Wärme | Atom-gewicht | Product beider |
|---|---|---|---|
| Schwefelmetalle $R_2S$. | | | |
| upfer | 0.12118 | 992.0 | 120.21 |
| ilber | 0.07460 | 1553.0 | 115.86 |
| vickelte Schwefelmetalle. | | | |
| s | 0.16023 | ? | |

4. Chlor-, Brom-, Jod-, Fluormetalle.

| | | | |
|---|---|---|---|
| Chlormetalle $R_2Cl_2$. | | | |
| um | 0.21401 | 733.5 | 156.97 |
| m | 0.17295 | 932.5 | 161.19 |
| erchlorür | 0.05205 | 2974.2 | 154.80 |
| rür | 0.13627 | 1234.0 | 156.83 |
| r | 0.09109 | 1794.2 | 163.42 |
| | | Mittel | 158.64 |
| Chlormetalle $RCl_2$ | | | |
| m | 0.08957 | 1299.5 | 116.44 |
| tium | 0.11990 | 989.9 | 118.70 |
| um | 0.16420 | 698.6 | 114.72 |
| nium | 0.19460 | 601.0 | 118.54 |
| | 0.06641 | 1737.1 | 115.35 |
| erchlorid | 0.06889 | 1708.4 | 117.68 |
| | 0.13618 | 845.8 | 115.21 |
| ir | 0.10161 | 1177.9 | 119.59 |
| | | Mittel | 117.03 |
| htige Chlormetalle $RCl_4$ | | | |
| d | 0.14759 | 1620.5 | 239.18 |
| id | 0.19145 | 1188.9 | 227.63 |
| | | Mittel | 233.40 |
| tige Chlormetalle. $R_2Cl_6$. | | | |
| ür | 0.17604 | 2267.8 | 399.26 |
| hlorür | 0.20922 | 1720.1 | 359.86 |
| | | Mittel | 379.61 |
| Brommetalle $R_2Br_2$ | | | |
| m | 0.11322 | 1468.2 | 166.21 |
| | 0.07391 | 2330.0 | 173.31 |
| | | Mittel | 169.76 |
| m | 0.13842 | 1269.2 | 175.65 |
| Brommetalle $RBr_2$ | | | |
| | 0.05326 | 2272.8 | 121.00 |

| | Mittlere spec. Wärme | Atom-gewicht | Product beider |
|---|---|---|---|
| **A Jodmetalle $R_2J_2$** | | | |
| Jodkalium | 0.08191 | 2068.2 | 169.38 |
| Jodnatrium | 0.08684 | 1869.2 | 162.30 |
| Quecksilberjodür | 0.03949 | 4109.3 | 162.34 |
| Jodsilber | 0.06159 | 2929.9 | 180.45 |
| Kupferjodür | 0.06869 | 2369.7 | 182.81 |
| | | Mittel | 167.45 |
| **B'' Jodmetalle $RJ_2$** | | | |
| Jodblei | 0.04267 | 2872.8 | 122.54 |
| Quecksilberjodid | 0.04197 | 2844.1 | 119.36 |
| | | Mittel | 120.95 |
| **A''' Fluormetalle $RFl_2$** | | | |
| Fluorcalcium | 0.21492 | 489.8 | 105.31 |

### 5. Salze.

| | | | |
|---|---|---|---|
| **A. Salpetersaure, $N_2O_5 + R_2O$** | | | |
| Salpetersaures Kali | 0.23875 | 1266.9 | 302.49 |
| — — Natron | 0.27821 | 1067.9 | 297.13 |
| — — Silberoxyd | 0.14352 | 2128.6 | 305.56 |
| | | Mittel | 301.72 |
| **Salpetersaure, $N_2O_5 + RO$** | | | |
| Salpetersaurer Baryt | 0.15228 | 1633.9 | 248.83 |
| **B. Chlorsaure, $Cl_2O_5 + R_2O$** | | | |
| Chlorsaures Kali | 0.20956 | 1532.4 | 321.04 |
| **C. Phosphorsaure, $P_2O_5 + 2R_2O$ (Pyrophosphorsaure)** | | | |
| Phosphorsaures Kali | 0.19102 | 2072.1 | 395.79 |
| — — Natron | 0.22833 | 1674.1 | 382.22 |
| | | Mittel | 389.01 |
| **Phosphorsaure $P_2O_5 + 2RO$** | | | |
| Phosphorsaures Bleioxyd | 0.08208 | 3681.3 | 302.14 |
| **Metaphosphorsaure $P_2O_5 + RO$** | | | |
| Metaphosphorsaurer Kalk | 0.19923 | 1248.3 | 248.64 |
| **Phosphorsaure $P_2O_5 + 3RO$** | | | |
| Phosphorsaures Bleioxyd | 0.07982 | 4985.8 | 397.96 |
| **D. Arsensaure $As_2O_5 + R_2O$** | | | |
| Arsensaures Kali | 0.15631 | | |

| | Mittlere spec. Wärme | Atom-gewicht | Product beider |
|---|---|---|---|
| $As_2O_5 + 3RO$ | | | |
| Arsensaures Bleioxyd | 0.07280 | 5623.5 | 409.37 |
| E. Schwefelsäure $SO_3 + R_2O$ | | | |
| Schwefelsaures Kali | 0.19010 | 1091.1 | 207.40 |
| — — Natron | 0.23115 | 892.1 | 206.21 |
| | | Mittel | 206.80 |
| $SO_3 + RO$ | | | |
| Schwefelsaurer Baryt | 0.11285 | 1458.1 | 164.54 |
| — — Strontian | 0.14279 | 1148.5 | 164.01 |
| — — Bleioxyd | 0.08723 | 1895.7 | 165.39 |
| — — Kalk | 0.19656 | 857.2 | 168.49 |
| — — Bittererde | 0.22159 | 759.5 | 168.30 |
| | | Mittel | 166.15 |
| F. Chromsäure | | | |
| Neutrales chromsaures Kali | 0.18505 | 1241.7 | 229.83 |
| Saures chromsaures Kali | 0.18937 | 1893.5 | 358.67 |
| G. Borsäure $B_2O_6 + R_2O$ | | | |
| Borsaures Kali | 0.21975 | 1461.9 | 321.27 |
| — Natron | 0.23823 | 1262.9 | 300.88 |
| | | Mittel | 311.07 |
| $B_2O_6 + RO$ | | | |
| Borsaures Bleioxyd | 0.11409 | 2266.5 | 258.60 |
| $B_2O_6 + 2R_2O$ | | | |
| Borsaures Kali | 0.20478 | 1025.9 | 219.62 |
| — Natron | 0.25709 | 826.9 | 212.60 |
| | | Mittel | 216.06 |
| $B_2O_6 + 2RO$ | | | |
| Borsaures Bleioxyd | 0.09046 | 1830.5 | 165.54 |
| H. Wolframsäure | | | |
| Wolfram | 0.09780 | | |
| I. Kieselsäure | | | |
| Zirkon | 0.14558 | | |
| K. Kohlensäure $CO_2 + R_2O$ | | | |
| Kohlensaures Kali | 0.21623 | 865.0 | 187.04 |
| — — Natron | 0.27275 | 666.0 | 181.65 |
| | | Mittel | 184.35 |

| | Mittlere spec. Wärme | Atomgewicht. | Product beider |
|---|---|---|---|
| $CO_2 + RO$ | | | |
| Kalkspath | 0.20858 | 631.0 | 131.61 |
| Arragonit | 0.20850 | 631.0 | 131.56 |
| körniger weisser Marmor | 0.21585 | 631.0 | 136.20 |
| — grauer — | 0.20989 | 631.0 | 132.45 |
| Kreide | 0.21485 | 631.0 | 135.57 |
| Kohlensaurer Baryt | 0.11038 | 1231.9 | 135.99 |
| — — Strontian | 0.14483 | 922.3 | 133.58 |
| — — Eisenoxydul | 0.19345 | 714.2 | 138.16 |
| | | Mittel | 134.40 |
| Kohlensaures Bleioxyd unrein | 0.08596 | 1669.5 | 143.55 |
| Dolomit unrein | 0.21743 | 582.2 | 126.59 |

Betrachtet man die in der ersten Tafel gegebene specifische Wärme der einfachen Körper, unter denen nur ein flüssiger sich befindet, die übrigen sämmtlich starr sind, so sieht man, dass für die chemisch reinen der ersten Abtheilung die Producte aus der specifischen Wärme in das Atomgewicht zwischen 38 und 42 schwanken bei einer Verschiedenheit des Atomgewichts von 201 bis 1330. Das Dulongsche Gesetz kann also für starre Körper nicht in voller Strenge richtig seyn, auch abgesehen davon, dass das Verhältniss zwichen den Atomgewichten von der Temperatur unabhängig, das zwischen den specifischen Wärmen derselben aber, wenn auch in geringem Grade, davon abhängig ist. Da nun aber **Dulong** aus der Tonhöhe einer nach einander mit verschiedenen Gasarten gefüllten Zungenpfeife (vermittelst des Laplaceschen Satzes, dass die wahre Schallgeschwindigkeit gleich der von **Newton** gegebenen sei, multiplicirt mit der Quadratwurzel aus dem Verhältniss der specifischen Wärme der Luft unter constantem Druck zur specifischen Wärme derselben bei constantem Volumen), nachgewiesen hat

1) dass alle Gase, wenn man bei gleicher Temperatur und unter gleichem Druck gleiche Volumina derselben um gleichviel zusammendrückt oder ausdehnt, eine gleiche absolute Wärmemenge entwickeln oder verschlucken;
2) dass die Temperaturveränderungen, welche daraus erfolgen, sich umgekehrt wie die specifischen Wärmen bei constantem Volumen verhalten;

so ist der Satz, dass die specifischen Wärmen der einfachen Gase bei gleichen Gewichtsmengen sich umgekehrt wie ihre Dichtig-

keiten oder Atomengewichte verhalten streng richtig, und zwar unabhängig von der Temperatur, da wegen des gleichen Ausdehnungscoefficienten der Gase das Verhältniss zwischen ihren specifischen Wärmen durch Temperaturveränderungen nicht verändert wird. Es muss also der Zustand der Starrheit oder der Flüssigkeit der Grund seyn, dass das in gasförmigen Körpern ungestört hervortretende Gesetz Modificationen erleidet, oder mit andern Worten, es muss die specifische Wärme auch eine Funktion der Cohäsionsverhältnisse der Körper seyn.

Diess geht nun auch enschieden aus Regnault's Versuchen mit Kohle hervor. Es ergeben sich nämlich für die specifische Wärme verschiedener Kohlenarten folgende Werthe:

| | |
|---|---|
| Thierische Kohle | 0.26085 |
| Holzkohle | 0.24150 |
| Coak von Cannel Kohle | 0.20307 |
| Steinkohle | 0.20085 |
| Anthracitkohle von Wallis | 0.20171 |
| — — — Philadelphia | 0.20100 |
| Natürlicher Graphit | 0.20187 |
| Graphit aus Hochöfen | 0.19702 |
| Graphit aus Gasröhren | 0.20360 |
| Diamant | 0.14687 |

Die sehr veränderliche Wärmecapacität der Kohle ist also desto geringer, je dichter die Kohle ist.

| | |
|---|---|
| Gut schmiedbares Kupfer gab bei 2 Versuchen | 0.09501 u. 0.09455 |
| dasselbe kalt gehämmert | 0.09360 u. 0.09332 |
| in Rothglühhitze angelassen | 0.09493 u. 0.09479 |

also den ursprünglichen Werth.

Blei und Zinn, welche nicht wie das Kupfer durch Harthämmern an Dichtigkeit bedeutend zunehmen, sondern unter dem Prägstock ihre Dichtigkeit unverändert erhalten, zeigten durch diese Operationen keine Veränderung in ihrer specifischen Wärme.

Die Versuche mit Colcothar zeigen, dass wiederholtes Glühen einen ähnlichen Einfluss zeigt.

Wegen dieses Einflusses des Härtens müssen daher die zu untersuchenden Substanzen bei ihrem Erstarren aus dem geschmolzenen Zustande langsam abgekühlt worden seyn, um zuverlässige Resultate zu geben.

Aus den für leicht schmelzbare Legirungen erhaltenen Er-

gebnissen kann man schliessen, dass Körper, welche, bevor sie schmelzen, den Zustand der Weichheit durchlaufen, schon ehe sie fliessen, einen Theil ihrer Schmelzungswärme enthalten, die sich, bei dem Versuch, zu der specifischen Wärme addirt. Da ausserdem die Zunahme der specifischen Wärme mit der Temperatur einem noch unbekannten Gesetz unterworfen seyn wird, so ist es wahrscheinlich, dass in der Wahl der Temperatur, von welcher aus man die specifische Wärme bestimmt, eine Willkührlichkeit liegt, da dieser Ausgangspunkt für verschiedene Substanzen wahrscheinlich nicht auf gleiche Weise auf der Curve liegt, welche die Abhängigkeit der specifischen Wärme von der Temperatur darstellt.

Das plötzliche Erglühen gewisser Oxyde, wenn sie einer allmählig steigenden Erwärmung ausgesetzt werden, erklärt Regnault durch eine sprungweise Abnahme der Wärmecapacität derselben, bei welcher ihre Cohäsionsverhältnisse sich ändern. Der braune, weiche Schwefel, dadurch erhalten, dass man bei 100° dickflüssigen Schwefel in kaltes Wasser giesst, erhitzte sich in der Darre, deren Temperatur 98° war, bis 110° und war nach dem Herausnehmen sehr hart. Der in der gewöhnlichen Lufttemperatur sehr langsam in den normalen Zustand gewöhnlichen Stangenschwefels zurückkehrende weiche Schwefel, erfährt bei 100° diesen Uebergang plötzlich, und entwickelt dabei eine Wärme, welche durch eine plötzliche Verminderung der Wärmecapacität von Regnault erklärt wird, da eine so bedeutende Wärmeerhöhung wohl nicht allein durch Freiwerden latenter Wärme erklärt werden könne.

Aus allen diesen Erscheinungen geht hervor, dass zu einer wahrhaften Vergleichung der Körper in Beziehung auf specifische Wärme die Temperaturen gewählt werden müssten, bei welchen die verglichenen Körper den vollständigsten Isomorphismus, überhaupt die grösste Uebereinstimmung ihrer physischen und chemischen Eigenschaften zeigen.

Mit Berücksichtigung der bisher in der Bestimmung sich geltend machenden störenden Elemente glaubt Regnault den Satz, dass bei allen chemisch ähnlich zusammengesetzten Körpern die specifische Wärme sich umgekehrt wie das Atomengewicht verhalte, durch seine Versuche erwiesen. Da demnach Regnault zu dem von Neumann bereits erhaltenen Resultate gekommen, so mögen zur Vervollständigung der hier gegebenen Daten die von Neumann untersuchten Substanzen hier eine Stelle finden.

| | Specifische Wärme. | Atom-gewicht. | Product von beiden. |
|---|---|---|---|
| Oxyde R. O. | | | |
| | 0.276 | 258 | 71.2 |
| eroxyd | 0.049 | 1366 | 67.2 |
| | 0.132 | 503 | 66.4 |
| yd | 0.137 | 495.7 | 68.0 |
| | 0.217 | 356 | 77.2 |
| | | Mittel | 70.0 |
| Oxyde $R_2O_3$ | | | |
| l | 0.164 | 978 | 160.4 |
| | 0.0616 | 2889 | 177.9 |
| yd | 0.196 | 1003 | 196.3 |
| | | Mittel | 178.2 |
| hwefelmetalle R. S. | | | |
| | 0.0520 | 1466 | 76.2 |
| | 0.1111 | 671 | 74.55 |
| | 0.0530 | 1495 | 79.1 |
| | 0.1145 | 604 | 69.16 |
| | | Mittel | 74.75 |
| freie schwefelsaure Salze. | | | |
| ath | 0.1088 | 1458 | 158.6 |
| | 0.1854 | 857 | 158.9 |
| | 0.1356 | 1148 | 155.7 |
| | 0.0848 | 1895 | 160.7 |
| | | Mittel | 158.5 |
| rfreie kohlensaure Salze. | | | |
| | 0.1078 | 1231 | 132.7 |
| | 0.2046 | 632 | 129.3 |
| spath | 0.2161 | 588 | 127.1 |
| rer Strontian | 0.1445 | 923 | 133.4 |
| path | 0.2270 | 575 | 130.5 |
| stein | 0.1819 | 715 | 130.0 |
| | 0.1712 | 779 | 133.5 |
| erz | 0.0814 | 1671 | 136.0 |
| | | Mittel | 131.6 |

hierher gehörige Schriften sind noch zu nennen:
ow, über das Verhältniss der specifischen Wärme zum ischen Mischungsgewichte und die sich daraus ergeben- Folgerungen für die Cohäsion der Körper. Berlin 1838 3 Seiten.

Pappenheim de calore Vratislaviae 1835. 8. 24 Seiten.
Schroeder, über die spec. Wärme zusammengesetzter Kö
Ein Beitrag zur Volumentheorie, Pogg. Ann. 62. p. 269.
Neumann commentatio de emendanda formula, per quam ca
corporum specifici ex experimentis methodo mixtionis in
tis computantur. Regiomonti 1834. 4. 26 Seiten.

Da es für manche Fragen, z. B. für die Erwärmung ungl artigen Bodens unter gleichen Bedingungen der Einstrahlung, das mineralogische Kennzeichen des Kaltanfühlens auf die Wä capacität bei gleichem Volumen ankommt, so sind die von Bre in der angeführten Schrift in dieser Beziehung berechneten We der von Dulong und Petit und von Neumann gegebenen sp Wärme nicht ohne Interesse; sie folgen daher hier.

1. Einfache Körper.

| | Specifische Wärme. | |
|---|---|---|
| | b. gl. Gewicht. | b. gl. Volum. |
| Wismuth | 0.0288 | 0.2829 |
| Antimon | 0.0507 | 0.3155 |
| Blei | 0.0293 | 0 3326 |
| Zinn | 0.0514 | 0.3748 |
| Schwefel | 0 1880 | 0.3822 |
| Quecksilber | 0.0290 | 0.3937 |
| Tellur | 0.0912 | 0.5577 |
| Gold | 0.0298 | 0.5739 |
| Silber | 0.0557 | 0.5834 |
| Platin | 0.0314 | 0.6549 |
| Zink | 0.0927 | 0.6360 |
| Kupfer | 0.0949 | 0.8350 |
| Eisen | 0.1100 | 0.8567 |
| Nickel | 0.1035 | 0.8734 |
| Kobalt | 0.1498 | 1.2780 |

2. Schwefel- und Arsenikverbindungen.

| | | |
|---|---|---|
| Käufl. Realgar | 0.1111 | 0.3600 |
| Bleiglanz | 0.0485 | 0.3670 |
| Rauschgelb | 0.1132 | 0 3916 |
| Grauspiessglanz | 0.0877 | 0.4036 |
| Zinnober | 0.0520 | 0.4211 |
| Blende | 0.1145 | 0.4649 |
| Molybdänglanz | 0.1067 | 0.4899 |
| Kupferkies | 0.1289 | 0.5374 |
| Speiskobalt | 0.0920 | 0.5841 |
| Arsenikkies | 0.1012 | 0.6201 |
| Schwefelkies | 0.1275 | 0.6429 |

bei gleichem Volumen.

| | Specifische Wärme b. gl. Gewicht. | Specifische Wärme b. gl. Volum. |
|---|---|---|
| Speerkies | 0.1332 | 0.6503 |
| Glanzkobalt | 0.1070 | 0.6739 |
| Magnetkies | 0.1533 | 0.7099 |

3. Oxyde und Fluorverbindungen.

| | | |
|---|---|---|
| Minium | 0.0611 | 0.5267 |
| Rothes Quecksilberoxyd | 0.049 | 0.5532 |
| Rothkupfer | 0.1073 | 0.6429 |
| Zinnstein | 0.0931 | 0.6472 |
| Kalkerde | 0.217 | 0.6681 |
| Rutil | 0.1724 | 0.7206 |
| Zinkoxyd | 0.132 | 0.7569 |
| Uranoxyd | 0.106 | 0.7625 |
| Iserin | 0.1763 | 0.8281 |
| Magneteisen | 0.1641 | 0.8359 |
| Antimonige Säure | 0.130 | 0.8704 |
| Kupferoxyd | 0.137 | 0.8810 |
| Magnesia | 0.276 | 0.8832 |
| Eisenglanz | 0.1692 | 0.8885 |
| Wasser | 1.0000 | 1.0000 |
| Flussspath | 0.2082 | 0.6537 |

4. Kohlensaure und schwefelsaure Salze.

| | | |
|---|---|---|
| Whiterit | 0.1078 | 0.4636 |
| Strontianit | 0.1445 | 0.5310 |
| Weissbleierz | 0.0814 | 0.5477 |
| Kalkspath | 0.2046 | 0.5555 |
| Aragonit | 0.2018 | 0.5915 |
| Paratomer Kalk | 0.1963 | 0.6046 |
| Bitterkalk | 0.2179 | 0.6350 |
| Magnesit | 0.2270 | 0.6894 |
| Spatheisenstein | 0.1825 | 0.7066 |
| Galmey | 0.1661 | 0.7378 |
| Schwerspath | 0.1088 | 0.4819 |
| Anhydrit | 0.1772 | 0.5263 |
| Bleivitriol | 0.0848 | 0.5341 |
| Gyps | 0.2728 | 0.6302 |

5. Kieselhaltige Verbindungen.

| | | |
|---|---|---|
| Adular | 0.1861 | 0.4760 |
| Bergkrystall | 0.1894 | 0.5025 |
| Albit | 0.1961 | 0.5124 |
| Labrador | 0.1926 | 0.5295 |
| Diopsit | 0.1906 | 0.6252 |
| Zoisit | 0.1940 | 0.6383 |

| | Specifische Wärme b. gl. Gewicht. | Specifische Wärme b. gl. Volum. |
|---|---|---|
| Tremolit | 0.2070 | 0.6405 |
| Stralstein | 0.2046 | 0.6547 |
| Basalt. Augit | 0.1938 | 0.6589 |
| Topas | 0.2019 | 0.7064 |
| Chrysolit | 0.2056 | 0.7075 |
| Corund | 0.1942 | 0.8063 |

Ueber das Steigen der Wärmecapacität des Platin mit der Temperatur hat Pouillet Versuche angestellt (Compte rendu 1836. II. p. 782. Pog. Ann. 39. 573.) zwischen 100° und 1200° C. des Luftpyrometers. Eine 178 Grm. schwere Platinkugel wurde in 1106 Grm. Wasser von 0° getaucht, dessen Temperaturerhöhung gemessen wurde. Die Versuche ergaben

| Temperatur. | Mittlere Wärmecapacität für Wasser = 1 | Temperatur-Erhöhung. d. Wassers. |
|---|---|---|
| 100° | 0.03350 | 0.54 |
| 200 | 0.03392 | 1.09 |
| 300 | 0.03434 | 1.66 |
| 400 | 0.03476 | 2.25 |
| 500 | 0.03518 | 2.84 |
| 600 | 0.03560 | 3.45 |
| 700 | 0.03602 | 4.08 |
| 800 | 0.03644 | 4.71 |
| 900 | 0.03686 | 5.36 |
| 1000 | 0.03728 | 6.03 |
| 1100 | 0.03770 | 6.71 |
| 1200 | 0.03812 | 7.40 |

## Specifische Wärme der Salzlösungen

Bezeichnet $T$ die Temperatur einer Wassermasse $M$, in welcher eine Masse $m$ eines Salzes, dessen Temperatur $t$ und specifische Wärme für Wasser als Einheit $c$ ist, aufgelöst wird, $\tau$ die nach vollendeter Auflösung eintretende Temperatur der Flüssigkeit und $\lambda$ die dabei gebundene oder entbundene Wärme, so wird dieses $\lambda$ zusammengesetzt sein aus der bei Auflösung des Salzes latent werdenden Wärme, aus der durch Volumenveränderung sich entwickelnden Wärme und aus der, wenn das Salz mit dem Wasser eine chemische Verbindung eingeht, sich dabei entwickelnden

Wärme. Die Summe dieser drei Grössen mit ihren respective positiven oder negativen Zeichen muss der Salzmasse proportional sein, und ausserdem dieselbe, wenn das Verhältniss der Salzmenge zur Wassermenge constant, wenn also bei zwei aufeinander folgenden Versuchen $\frac{M'}{m'} = \frac{M''}{m''} - = \mu.$

Da nun $M'(T' - \tau') + m'c(t' - \tau') = m'\lambda$

so wird, weil $M' = \mu m'$ bei zwei aufeinanderfolgenden Versuchen, in denen die Temperatur des Salzes ungleich, das Verhältniss der Salzmenge zur Wassermenge aber constant ist,

$$\mu(T' - \tau') + c(t' - \tau') = \lambda$$
$$\mu(T'' - \tau'') + c(t' - \tau'') = \lambda$$

woraus $\lambda$ und $c$ bestimmt wird.

Rudberg fand auf diese Weise (Pogg. Ann. 35. p. 474.) für Kochsalz

| Salzmenge. | Wassermenge. | c | λ |
|---|---|---|---|
| 7.740 | 100 | 0.1725 | 15.002 |
| 13.089 | 100 | 0.1744 | 12.776 |
| 15.400 | 100 | 0.1781 | 11.481 |
| 31.441 | 100 | 0.1732 | 6.867 |
| | | 0.1731 | |

hingegen für schwefelsaure Talkerde mit Krystallwasser

| Salzmenge. | Wassermenge. | c | λ |
|---|---|---|---|
| 16.486 | 100 | 0.2954 | 13.615 |
| 33.400 | 100 | 0.2912 | 13.918 |
| 50.428 | 100 | 0.2852 | 13.672 |
| | | 0.2906 | |

im ersten Falle also $\lambda$ veränderlich, im zweiten constant, wobei für $c$ noch die Wärme zu berücksichtigen wäre, welche das Gefäss, in welchem die Mischung geschieht, aufnimmt.

Bei Salzen, von denen eine Menge $m$ sich mit einer Wassermenge $\mu$ chemisch verbindet, wird, wenn $L$ die bei dieser Verbindung entbundene Wärme ist, hingegen $l$ die in der Auflösung verschwindende: $m\lambda = mL - (m + \mu)\, l$

wo $\lambda$ durch zwei Versuche, bei welchen das wasserfreie Salz aufgelöst wird, $l$ hingegen durch Auflösung des wasserhaltigen erhalten wird, und daraus $L$ gefunden wird.

Wasserfreie schwefelsaure Talkerde ergab:

| Salzmenge. | Wassermenge. | c | λ |
|---|---|---|---|
| 8.059 | 100 | 0.1185 | 146.852 |
| 6.922 | 100 | 0.0934 | 152.258 |
| 2.753 | 100 | 0.0916 | 148.657 |
| | | 0.1011 | 149.922 |

Da die schwefelsaure Talkerde sich mit 7 Atomen Wasser verbindet, so ist

$$\mu = 1.0366\, m$$

also die spec. Wärme des wasserfreien Salzes = 0.1011
— — — wasserhaltigen — = 0.2906
Lösungswärme $l$ = 13.735
Verbindungswärme $l$ = 177.095

Bei Salzen, welche kein Wasser binden, ist $\lambda = l$.

## Specifische Wärme der Gasarten.

Apjohn*) trocknet das zu untersuchende Gas vermittelst Durchstreichen durch eine Uförmig gebogene Röhre, in deren horizontalem Theile Schwefelsäure befindlich, und lässt es dann in einer mit Kautschuck daran befestigten Röhre über ein Psychrometer streichen, dessen trocknes Thermometer der Schwefelsäure zu liegt. Bezeichnet $c$ die Wärmecapacität des Gases, $d$ seine Dichtigkeit für atmosphärische Luft als Einheit, $\delta$ die Dichtigkeit und $l$ die latente Wärme des Wasserdampfes, $e'$ die der Temperatur $t'$ entsprechende Elasticität des Dampfes, $t$ die Temperatur des trocknen Thermometers bei dem barometrischen Drucke $p$, so ist nach Apjohn

$$c = \frac{e'l}{48\,(t-t')}\,\frac{30}{p}$$

während nach Gay-Lussac (Ann. de Chim. et de Phys. 1822. 21. p. 81.)

$$c = \frac{e'\delta l}{d\,(p-e')\,(t-t')}$$

sein würde, hingegen nach Suerman (Ann. de Ch. et de Ph. 63. p. 315, Pogg. Ann. 41. 474)

$$c = \frac{5\,e'\,(650-t')}{8\,d\,(p-e')\,(t-t')}$$

wobei $\delta$ die Dichtigkeit des Wasserdampfes = $\frac{5}{8}$ gesetzt ist, und

*) London and Edinb. Phil. Mag. Nov. 1835. p. 385.

der constänten Zahl 550° für die latente Wärme des Wasmpfes bei 100° C. die veränderliche Grösse 650 — $t'$ genomweil nicht die latente Wärme des Wasserdampfes eine bei Temperatur constante Grösse ist, sondern die absolute Wärmee, d. h. die Summen seiner latenten und seiner fühlbaren Wärme. Die von Suerman mit einem ähnlichen, aber verbesserten rate erhaltenen Werthe, verglichen mit denen von Apjohn von Delaroche und Bérard sind:

cifische Wärme bei gleichem Volumen für Luft als Einheit.

| | Delaroche u. Bérard | Dulong. | Apjohn. | Suerman. |
|---|---|---|---|---|
| | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 |
| stoff | 0.9765 | 1-0000 | | 0.9954 |
| erstoff | 0.9033 | 1.0000 | 1.8948 | 1.5979 |
| stoff | 1.0000 | | 0.9887 | 1.0005 |
| noxyd | 1 0340 | 1.0000 | 1.0808 | 0.9923 |
| stoffoxydul | 1.3503 | 1.227 | 1.1652 | 1.1229 |
| nsäure | 1.2585 | 1.249 | 1.0146 | 1.0655 |
| ildendes Gas | 1.6530 | 1.754 | | |
| erdampf | 1.9600 | | | |

ifische Wärme bei gleichen Gewicht für Luft als Einheit.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 |
| rstoff | 0.8848 | 0.9069 | | 0.9028 |
| erstoff | 12.3401 | 14.5348 | 27.5407 | 20.3191 |
| stoff | 1.0318 | | 1.0169 | 1.0293 |
| enoxyd | 1.0805 | 1.0267 | 1.1161 | 1.0253 |
| stoffoxydul | 1.8878 | 0.8035 | 0.7631 | 0.7354 |
| ensäure | 0.8280 | 0.8195 | 0.7161 | 0.6975 |
| bildendes Gas | 1.8878 | 1.7898 | | |
| serdampf | 3.1360 | | | |

cifische Wärme bei gleichem Gewicht für Wasser als Einheit.

| | Delaroche u. Bérard. | Suerman. |
|---|---|---|
| Luft | 0.2669 | 0.3406 |
| Sauerstoff | 0.2361 | 0.2750 |
| Wasserstoff | 3.2936 | 6.1892 |
| Stickstoff | 0.2754 | 0.3135 |
| Kohlenoxyd | 0·2884 | 0.3123 |
| Stickstoffoxydul | 0.2369 | 0.2240 |
| Kohlensäure | 0.2210 | 0.2124 |
| Oel bildendes Gas | 0.4207 | |

Bei diesen Versuchen war die Geschwindigkeit des Luftstromes für alle Gase gleich, wegen des Unterschiedes der Dichtigkeit aber die Gasmenge, welche in einer gegebenen Zeit hindurchströmte, ungleich, für atmosphärische Luft, Wasserstoffgas und Kohlensäure im Verhältniss 4938 : 340 : 7528; die durch den Wasserstoff gebildete Dampfmenge muss daher kleiner sein als bei Kohlensäure. Nun wird die zur Dampfbildung erforderliche Wärmemenge nicht allein von dem Thermometer hergegeben, sondern auch von den Wänden der Röhre, welche mit dem Thermometer in gegenseitigem Wärmeaustausch durch Strahlung begriffen sind. Der Einfluss der Strahlung ist nothwendig eine Verminderung der Verdampfungskälte und wird bei dem Wasserstoffe ein grösserer sein, als bei der Kohlensäure, weil von jenem weniger Dampf gebildet wird, als von diesem. Eine scheinbar grössere Verdampfungskälte lässt aber auf eine geringere specifische Wärme der vorbeiströmenden Luft schliessen. Daher muss bei dem Wasserstoff die berechnete specifische Wärme überhaupt stärker von der Wahrheit abweichen als bei andern Gasen und zwar zu gross sein. Da dieser Einfluss der Strahlung nicht in Rechnung gezogen wurde, so bedürfen die angegebenen Zahlen noch einer Berichtigung.

Suerman hat noch Versuche angestellt über die specifische Wärme der Luft bei verschiedenem und zwar von 691,10 bis 319,63 Millimeter vermindertem Druck, wobei die Stromgeschwindigkeit grösser als in den frühern Versuchen war, nämlich 20 Liter in jeder Minute, die Zahlen also richtiger sind. Diese Versuche sind in der folgenden Tafel enthalten und berechnet nach der Formel

$$y = a - b \log. p$$

wo, wenn die Constanten $a$ und $b$ nach der Theorie der kleinsten Quadrate berechnet werden:

$$y = 0.5139 - 0.7998 \log. p$$

und wo $y = 0.2835$ für der Druck $p = 760$ wird.

| :ck r ne. | Temperatur der Ströms. | d. verd. Fläche. | Verdunst. Kälte. | Elast. des Wasserdampfes. | beobacht. specif. Wärme. | berechn. specif. Wärme. | Unt. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 10 | 21.250 | 6.031 | 15.219 | 7.409 | 0.2866 | 0.2866 | + 0.0002 |
| 19 | 21.312 | 6.062 | 15.250 | 7.423 | 0.2869 | 0.2868 | — 0.0001 |
| 20 | 20.750 | 5.750 | 15.000 | 7.280 | 0.2891 | 0.2872 | — 0.0019 |
| 21 | 21.438 | 5.594 | 15.844 | 7.210 | 0.2900 | 0.2895 | — 0.0005 |
| 24 | 21.594 | 5.469 | 16.125 | 7.153 | 0.2915 | 0.2905 | — 0.0010 |
| 34 | 21.656 | 4.812 | 16.844 | 6.885 | 0.2927 | 0.2936 | + 0.0009 |
| 75 | 21.687 | 4.686 | 17.000 | 6.811 | 0.2917 | 0.2941 | + 0.0024 |
| 60 | 21.875 | 4.250 | 16.625 | 6.626 | 0.2925 | 0.2943 | + 0.0018 |
| 55 | 21.562 | 4.187 | 17.375 | 6.604 | 0.3018 | 0.2970 | — 0.0048 |
| 86 | 21.750 | 4.031 | 17.719 | 6.535 | 0.2964 | 0.2974 | + 0.0010 |
| 07 | 20.750 | 2.937 | 17.813 | 6.099 | 0.3004 | 0.3004 | 0. |
| 18 | 21.625 | 2.750 | 18.876 | 6.028 | 0.3017 | 0.3029 | + 0.0012 |
| 68 | 21.750 | 2.594 | 19.156 | 5.969 | 0.3011 | 0.3037 | + 0.0026 |
| 02 | 20.938 | 1.469 | 19.469 | 5.557 | 0.3081 | 0.3075 | — 0.0006 |
| 96 | 20.750 | 1.250 | 19.500 | 5.479 | 0.3075 | 0.3079 | + 0.0004 |
| 87 | 21.500 | 0.750 | 20.750 | 5.308 | 0.3103 | 0.3114 | + 0.0011 |
| 90 | 21.594 | 0.406 | 21.188 | 5.192 | 0.3151 | 0.3134 | — 0.0017 |
| 63 | 20.750 | 0.000 | 20.750 | 5.859 | 0.3149 | 0.3136 | — 0.0013 |

Die specifische Wärme der Luft nimmt also bei um die Hälfte iindertem Druck etwa um ein Zehntel zu, doch sind die Zahkeine absoluten, da die Verdunstungsgeschwindigkeit bei der lünnung der Luft zunimmt, während die Masse der darüber nenden Luft sich vermindert, aber nicht angenommen werden ı, dass beide Wirkungen einander das Gleichgewicht halten. :chnet man nach der von Poisson (Gilb. Ann. 76. p. 269.) benen Formel

$$y = c \left(\frac{P}{p}\right)^{1 - \frac{1}{k}}$$

$y$ die specifische Wärme für den Druck $p$, $c$ die für den Druck ınd $k$ das Verhältniss der specifischen Wärme bei constantem ck zu der bei constantem Volumen,

$$\text{also:} \quad y = 0.2669 \sqrt[3.41]{\frac{760}{p}}$$

rhält man:

| $p$ | $y$ |
|---|---|
| 760 | 0.2669 |
| 700 | 0.2734 |
| 650 | 0.2794 |
| 600 | 0.2860 |

| | |
|---|---|
| 550 | 0.2935 |
| 500 | 0.3018 |
| 450 | 0.3111 |
| 400 | 0.3222 |
| 350 | 0.3350 |
| 300 | 0.3505 |

welche Werthe offenbar zu schnell zunehmen.

De la Rive und Marcet haben (bibliothèque universelle 37. p. 360, Pogg. Ann. 52. p. 120.) eine Reihe Versuche über die specifische Wärme gasförmiger, tropfbar flüssiger und fester Körper veröffentlicht. Zur Bestimmung der specifischen Wärme der Gasarten wurde ein ein Schlangenrohr enthaltendes, 37 Millim. hohes und 33 Millimeter weites cylindrisches Gefäss von sehr dünnem Kupfer, von 28.637 Grm. Gewicht, welches 27.093 Grm., also beinahe 27 Cubikcentimeter Wasser fasste, in eine grosse, inwendig geschwärzte kupferne Hohlkugel von 22 Centimeter Durchmesser, welche luftleer gemacht wurde, gestellt und die Erkaltung des mit warmem Terpentinöl gefüllten Kupfergefässes bestimmt. Das äussere Gefäss befand sich in einem Wasserbade von der Temperatur des Zimmers, die Erkaltung wurde von einem, durch eine dicht angepresste Scheibe herausragenden Thermometer gemessen. Darauf liess man abwechselnd atmosphärische Luft und das zu bestimmende Gas durch das Rohr streichen und beobachtete die nun durch dies Hindurchstreichen gesteigerte Erkaltung, ausserdem durch ein Gasometer die durchströmende Luftmenge. Nach diesem Verfahren war unter constantem Druck die specifische Wärme des Oelgases 1.5309 (nach Dulong 1.531), für Kohlensäure 1.122 (nach Dulong 1.175); Stickstoff, Sauerstoff und Wasserstoff gaben bei gleichem Volumen unter constantem Druck dieselbe specifische Wärme als atmosphärische Luft.

Die Versuche sind nach der Formel

$$C = \frac{(\vartheta' - \vartheta''')\, w}{(\vartheta' - \vartheta'')\, W}$$

berechnet, wo $C$ die specifische Wärme des Gases in Bezug auf die der Luft ist, $\vartheta'$ die Erkaltungsdauer ohne Durchgang der Luft oder des Gases, $\vartheta''$ die bei Durchgang der Luft, $\vartheta'''$ bei Durchgang des Gases, $w$ das in der Zeit $\vartheta''$ durchgegangene Luftvolumen, $W$ das in der Zeit $\vartheta'''$ durchgegangene Gasvolumen, die Erkaltung bei allen drei Versuchen aber eine gleiche Anzahl Grade beträgt.

Die specifische Wärme der tropfbar flüssigen Körper wurde mittelst der Ausstrahlungs-Methode bestimmt, die Substanzen ren dabei in einen 4.775 Grm. wiegenden Platincylinder ein- schlossen. Es fand sich

| | Gewichtsmenge. | Spec. Wärme. |
|---|---|---|
| Wasser | 4.327 | 1.000 |
| Alcohol | 3.470 | 0.632 |
| Schwefeläther | 3.075 | 0.550 |
| Naphtha | 3.076 | 0.493 |
| Olivenöl | 3.895 | 0.504 |
| Terpentinöl | 3 635 | 0.488 |
| Kohlenwasserstoff v. Faraday | 3.500 | 0.475 |
| Schwefelsäure | 7.645 | 0.349 |
| Schwefelkohlenstoff | 6.564 | 0.329 |
| Brom | 13.016 | 0.135 |
| Quecksilber | 57.475 | 0.0318 |

Die festen Substanzen befanden sich in einer goldnen Hohl- gel von 12 Millimeter Durchmesser und 3 Grammen Gewicht, s wie der Platincylinder der vorigen Versuche in einer 123 illimeter weiten, inwendig geschwärzten und luftleer gemachten ohlkugel von Kupfer, deren Temperatur durch eine Eishülle auf ull erhalten wurde, ausstrahlte. Die gefundenen Werthe waren

| | Gewichtsmenge. | Spec. Wärme. |
|---|---|---|
| Kupfer | 7.549 | 0.095 |
| Zinn | 9.024 | 0.0514 |
| Kobalt | 8.969 | 0.1172 |
| Selen | 7.658 | 0.0834 |
| Kadmium | 10.540 | 0.0576 |
| Molybdän | 6.862 | 0.0659 |
| Wolfram | 14.728 | 0.035 |
| Kohle *) | 3.196 | 0.165 |
| Diamantpulver | 6.379 | 0.1192 |
| Schwefelantimon | 8.045 | 0.1286 |
| Schwefeleisen | 10.420 | 0.1396 |
| Schwefelmolybdän | 5.556 | 0.1097 |
| Schwefelquecksilber | 16.144 | 0.0597 |
| Weisse arsenige Säure | 9.005 | 0.1309 |
| Glasige arsenige Säure | 8.335 | 0.1320 |

*) Durch Verkohlung von Zucker in verschlossenen Gefässen erhalten.

## 2. Strahlende Wärme.

Mariotte*) machte im Jahre 1686 zuerst darauf aufmerksam, dass die von einem Hohlspiegel reflectirte Sonnenwärme eine Glasplatte leicht durchdringe, dass dieses Glas hingegen die von demselben Spiegel reflectirte Wärme eines lebhaften Kohlenfeuers vollständig aufhalte, während das Lichtbild in beiden Fällen nach eingeschaltetem Glase noch seine vollständige Helligkeit behalte. Zahn in Wien combinirte zuerst die Reflexion zweier Spiegel, indem er die Hitze eines Kohlenfeuers mit einem Brennspiegel von 8 Zoll Brennweite auffing und in der Entfernung von 24 Fuss auf einen kleineren Spiegel von 9 Zoll Brennweite richtete, welcher die Wärmestrahlen in der Art sammelte, dass Zunder und vermittelst desselben ein Schwefelfaden angezündet werden konnte. Scheele zeigte 1777 darauf zuerst, dass diese strahlenförmige Verbreitung leuchtender Wärme unabhängig von der Luft sei. Die von ihm**) angeführten Versuche sind folgende:

1. Man spürt deutlich die aus der Ofenthür streichende Hitze in einer Luft, in welcher man den Hauch sieht.
2. Ein brennendes Licht brennt in dieser aus dem Ofen fahrenden Hitze ruhig, auch steigt Rauch gerade in die Höhe.
3. Der Luftzug aus dem Zimmer in den Ofen hat keinen Einfluss auf diese Hitze.
4. Durch starken Seitenwind kann man dieser Wärme eben so wenig wie den Sonnenstrahlen eine andere Richtung geben, doch spürt man auf der Seite diesen Wind, aber er ist kalt.
5. Bekanntlich erscheint der durch das Sonnenlicht an einer weissen Wand verursachte Schatten eines glühenden oder nur

*) Traité des Couleurs II. discours 1, des couleurs, qui paroissent dans les corps lumineux.

**) Chemische Abhandlung von Luft und Feuer p. 58.

heissen Körpers mit einem Dunst umgeben, welcher zu zittern scheint, wegen der durch die Luft mehr gebrochenen Lichtstrahlen. Keinen solchen zitternden Schatten erblickt man an der Wand, wenn die durch die Fensterscheiben gehenden Sonnenstrahlen die aus dem Ofen streichende Hitze durchschneiden und auf die entgegengesetzte Wand fallen. Hängt man hingegen in dieser Hitze ein heisses Eisen auf, welches in derselben erhitzt worden, so wird man in der Luft und an der Wand das gewöhnliche Zittern bemerken.

6. Eine zwischen gehaltene Glasscheibe fängt alle Hitze auf und doch sieht man das Feuer.
7. An dem von einem ebenen Spiegel zurückgeworfenen Lichte des Feuers bemerkt man nicht die geringste Wärme, während der Spiegel alle Wärme behält.
8. Ein polirtes Metallblech wird nicht warm, wirft aber Licht und Wärme auf gleiche Weise zurück.
9. Ein metallener Hohlspiegel bildet einen Brennpunkt, welcher Schwefel zündet, ohne dass der Spiegel warm wird. Lässt man ihn hingegen mit Russ über einem Lichte anlaufen, so kann man ihn nicht lange in der strahlenden Ofenhitze halten, ohne sich die Finger zu verbrennen.
10. Der helle Brennpunkt in einem metallenen Hohlspiegel ist warm, wenn das Licht auf ihn von einem Metallblech reflectirt wird, nicht aber von einem Glasspiegel.
11. Eine Glasscheibe zwischen dem Ofen und Hohlspiegel nimmt dem Brennpunkte desselben seine Wärme. Auch die von Brenngläsern erzeugten Brennpunkte haben nicht die geringste Wärme, obgleich die Metallspiegel in einem Strome aufsteigender warmer Luft sich erwärmen.

Scheele unterscheidet demnach strahlende Wärme, welche ich nach allen Seiten gleichmässig verbreitet, von der, welche mit er Luft vereinigt in die Höhe steigt.

In demselben Jahre zeigte Lambert*) aus der Erwärmung on fünf der Strahlung einer Glutpfanne ausgesetzten, in 12."63, 3."06, 34."51, 46."25, 58."10 horizontaler Entfernung aufgestelln Thermometern, welche Erwärmung 15.°3, 4.°7, 2.°0, 1.°1, .°7 betrug, dass die strahlende Wärme im Verhältniss des Qua-

*) Pyrometrie p. 197.

drates der Entfernung abnehme, da die unter dieser Voraussetzung berechneten Zahlen 15.°3, 4.°6, 2.°0, 1.°1, 0.°7 hätten sein müssen. Dieses Gesetz ist neuerdings durch Versuche von Melloni bestätigt worden (Pogg. Ann. 39. 566.), welcher in den Entfernungen 60, 70, 100 die relativen Intensitäten 28.73, 21.10, 10.34 von den Strahlen einer glühenden Platinspirale erhielt, welche die constanten Producte 10342.8, 10339.0, 10340.0 geben. Lambert scheint auch der erste gewesen zu sein, welcher die Reflexion der dunkeln strahlenden Wärme nachwies. Er schlug zu diesen Versuchen eine Hohlkugel von Kupfer vor, welche vor dem Versuch mit glühenden Kohlen gefüllt wird, die dann von Pictet mit einer massiven eisernen und später mit einer mit heissem Wasser gefüllten vertauscht wurde. Pictet*) führte zuerst bei diesen Versuchen das empfindlichere Luftthermometer ein und dehnte dadurch die Ausstrahlung der dunkeln Wärme bis auf niedere Grade aus, indem er zeigte, dass durch eine erkältende Mischung im Brennpunkt des einen der conjugirten Spiegel das im Brennpunkt des andern befindliche Luftthermometer sank. Auch fand er, dass geschwärzte Thermometer sich schneller und bedeutender, der Wirkung strahlender Wärme ausgesetzt, erwärmen, als metallisch glänzende, dass eine belegte Glasplatte mehr Wärme hindurchlässt, wenn die rauhe Oberfläche des Amalgams der Wärmequelle zugewendet ist, als die innere spiegelnde Seite, und dass der Unterschied bei Umdrehung der Glasplatte noch bedeutender wird, wenn statt des Amalgams die eine Seite derselben mit Tusche oder Russ geschwärzt ist. Dass die Strahlung auch durch einen leeren und einen mit Dämpfen erfüllten Raum stattfinde, zeigte Pictet durch Erwärmung eines in einer luftleeren Glocke eingeschlossenen Thermometers, auf dessen Kugel sich die von einem Hohlspiegel reflectirten Strahlen eines Wachslichtes vereinigten. Die grosse Geschwindigkeit der Strahlung folgte aber aus dem augenblicklichen Ansteigen eines Thermometers, wenn der verdeckende Schirm des einen der 69′ von einander entfernten conjugirten Spiegel plötzlich weggenommen wurde. Die Strahlung im luftleeren Raume ist später von Humphry Davy evidenter nachgewiesen worden, welcher beide parabolische Brennspiegel unter der Campane einer Luftpumpe anbrachte, und im Brennpunkte des obern durch einen

*) Essai sur le feu.

galvanische Batterie Platindrath und Kohlenspitzen zum Glühen brachte. Das Ansteigen des untern Thermometers betrug gleichviel im luftvollen und im luftleeren Raume.

Der Pictet'sche Versuch mit der geschwärzten Glasplatte gab Maycock*) Veranlassung zu einem Verfahren, um darüber zu entscheiden ob die Wärme feste Körper wirklich durchstrahle. Lässt man nämlich die Strahlen durch die ungeschwärzte Glasplatte auf das Thermometer fallen, so erhält dies die von der ihm zugekehrten Fläche ausgehenden Strahlen der Wärme, welche durch Leitung von der der Wärmequelle zugewandten Fläche zu ihr gelangt sind, und ausserdem die direct durchgelassenen Strahlen. Schwärzt man hingegen die der Wärmequelle zugewandte Seite, so werden die letztern aufgehoben. Dass im letztern Falle die Wärme wirklich geringer sei, zeigte Delaroche**). Den Durchgang durch flüssige Körper bewies hingegen Prevost***) auf eine directere Weise, indem er zeigte, dass eine Flamme durch den sich immer erneuernden Wasserstrahl eines Springbrunnens hindurch ein Thermometer erwärme.

In §. 349 der Pyrometrie stellt Lambert für die strahlende Wärme den Satz auf, dass die schief von der Oberfläche eines Körpers ausgesendete Wärme proportional dem Sinus des Winkels sei, welchen die ausfahrenden Strahlen mit dieser Oberfläche machen, dass also eine Kugel nach einer bestimmten Richtung so viel Wärme aussende, als der auf diese Strahlen senkrechte grösste Kreis dieser Kugel. Dieses Fundamentalgesetz ist durch Leslie†) dadurch empirisch erwiesen worden, dass er zeigte, dass ein cubisches Gefäss durch zwei gleich grosse Oeffnungen in zwei hinter einander gestellten parallelen Schirmen bei verschiedener Neigung seiner Vorderfläche gegen die Ebene der Schirme stets hinter den Oeffnungen eine gleiche Wärme hervorbringe, ein Beweis, ganz analog dem photometrischen von Lambert, der aus der überall scheinbar gleichen Helligkeit der Sonnenscheibe auf das Vorhandensein dieses Gesetzes für das Licht schloss.

Die Erfahrung, dass alle Körper, wenn sie in einem geschlos-

---

*) Nicholson Journal Vol. 26. Mai, Juni 1810.

**) Observations sur le calorique rayonnant. Journal de physique par Delametherie Ann. 1812.

***) Mémoire sur la transmission du calorique à travers l'eau et d'autres substances.

†) Experimental inquiry into the nature and propagation of heat. 1804.

senen Raume sich befinden, endlich die Temperatur dieses Raumes annehmen, führte Prevost *) zu der Theorie des beweglichen Gleichgewichts der Wärme, nach welcher jeder Körper in fortwährendem Wärmeaustausch mit seiner ihm sichtbaren Umgebung begriffen, seine Temperatur so lange ändert, bis Ein- und Ausstrahlung einander das Gleichgewicht halten. Nachdem nun Fourier bewiesen, dass, wenn das Gesetz des Sinus nicht bei der Wärmestrahlung von einer Oberfläche befolgt werde, ein Theilchen derselben nicht nothwendig die Temperatur des ihn umschliessenden Raumes annehmen werde, entstand die Frage, aus welchen physikalischen Gründen die ausstrahlende Wärme das Lambert'sche Gesetz befolge. Diese Frage beantwortete Fourier durch die Annahme, dass die Strahlung nicht allein von der Oberfläche der Körper ausgeht, sondern auch von Theilen, welche innerhalb einer gewissen Tiefe unter derselben liegen. Da nun die von den schief austretenden Strahlen innerhalb des Körpers durchlaufenen Wege sich wie die Secanten ihrer Winkel mit dem normal austretenden Strahle verhalten, so folgt das Gesetz des Sinus als unmittelbare Folge dieser Betrachtung. Die hieher gehörigen Untersuchungen finden sich in folgenden Schriften:

Fourier théorie analytique de la chaleur. 1. vol. 4. 650 Seiten.

Fourier sur la théorie physique de la chaleur rayonnante. Ann. de Ch. et de Ph. 6. p. 259—303.

Fourier remarques sur la théorie mathématique de la chaleur rayonnante ib. 6. p. 337—365.

Fourier résumé théorique des propriétés de la chaleur rayonnante ib. 27 p. 236—80.

Poisson sur la chaleur rayonnante ib. 26 p. 225—245.

Poisson discussion relative à la théorie de la chaleur rayonnante ib. 27. p. 37—55.

Poisson lois de la chaleur rayonnante in Poisson théorie mathématique de la chaleur chap. 2. p. 24—65.

Ein wesentlicher Schritt zur Verfeinerung der Beobachtungen geschah durch die Einführung des Differential-Thermometers durch Rumford **) und Leslie. Da aber Delaroche bereits nachgewiesen hatte, dass Wärme, welche eine Glasplatte durch-

*) Recherches physico-mecaniques sur la chaleur. Genève 1792. 8.

**) Mémoires sur la chaleur.

llé, eine zweite leichter durchdringt, so folgte unmittelbar
ass die durch eine Glasplatte hindurchgegangene Wärme
ne Modification erfahren hat und die an ihr wahrgenom-
scheinungen bereits secundärer Natur sind. Da nun bei
ford'schen und Leslie'schen Apparaten die thermoskopi-
stanz Luft ist, welche in einer Glashülle eingeschlossen
onnten die an ihnen erhaltenen Resultate nicht die pri-
änomene der strahlenden Wärme darstellen. Dies war
h Apparate möglich, bei welchen die strahlende Wärme
f die thermoskopische Substanz wirkte, d. h. durch Ther-
icatoren. Es wird daher passender sein, die auf diesem
n Melloni und Forbes erhaltenen Resultate hier un-
anzuknüpfen, um bei den einzelnen Phänomenen deut-
zeigen, in wie fern und warum die früher erhaltenen
e davon abweichen. Dies gilt sowohl von den mit ter-
r als mit Sonnenwärme erhaltenen Resultaten.
hieher gehörigen Abhandlungen sind folgende:
mémoire sur la transmission libre de la chaleur rayon-
e par différens corps solides et liquides presenté à l'aca-
e des sciences 4. Février 1833. Ann. de Chim. et de
53. p. 5. Pogg. Ann. 35, p. 112.
nouvelles recherches sur la transmission immédiate de
aleur rayonnante par différens corps solides et liquides
nté 21. Avril 1834. Des modifications, que subissent les
missions calorifiques par le changement de la source rayon-
e. Ann. de Chim. et de Phys. 55. p. 337. Poggend. Ann.
). 385.
äufige Notizen von diesen Untersuchungen über den freien
ang der strahlenden Wärme durch verschiedene starre
ge Körper in Pogg. Ann. 27. p. 240, 638, 643.
Untersuchungen über die Wärme des Sonnenspec-
nden sich in Poggendorff's Annalen 24. p. 640. und 34.
ı den Ann. de Chim. et de Ph. 48. p. 385 und l'Institut
). 410. Die im ersten Bande des Repertoriums bereits
nenen Abbildungen der von Melloni angewendeten Ap-
Tafel II. Fig. 3. 7. 8. 9. 10. 13. 16. sind entlehnt aus
Ann. 35. Taf. III. In der dort befindlichen „Beschrei-
s Apparates zur Anstellung aller Versuche über die strah-
rme nebst einigen neuen Thatsachen über die Wärme-

quellen und deren Strahlen (aus l'Institut No. 89. p. 22.) sind die Hauptresultate über den unmittelbaren Durchgang, die Brechung, Zurückwerfung der Wärme, das Diffusionsvermögen und Absorptionsvermögen der Substanzen in Beziehung auf dieselbe angeführt. Den Einfluss der äussern und innern Reflexion bei dem Durchgang der Wärme durch eine Platte erörtert Melloni im Instit. 130. p.350. Pogg. Ann. 38. p. 40. Die Gesetze der mit der Dicke der von der Wärme durchlaufenen Substanz zunehmenden Absorption der Wärme finden sich in dem Berichte Biot's an die Pariser Akademie über Melloni's Versuche in Pogg. Ann. 38. p. 1. und 39. p. 250, 436, 544. Die Polarisation der Wärme durch Refraction wurde zuerst von Forbes erwiesen. Die hierher gehörigen Abhandlungen sind:

Forbes on the refraction and polarization of heat. Edinb. Phil. Transact. XIII. p 131. (5. u. 9. Januar 1835.) Die Abhandlung enthält 1. Versuche über die Wärme des Mondlichts, 2. über die Polarisation der Wärme durch Turmaline, 3. über die Polarisation der Wärme durch Brechung und Reflexion, 4. über die Depolarisation und Doppelbrechung der Wärme.

Forbes Researches on Heat II Series ib. p. 446. Fortsetzung und Circularpolarisation der Wärme; III Series ib. XIV. on the unequally polarizable nature of different Kinds of heat; IV. Series ibid XV on the effect of the mechanical texture of screens on the immediate transmission of radiant heat.

Forbes memorandum on the intensity of reflected light and heat (Proceedings of the Royal Society of Edinb. March 18. 1839.

Die Untersuchungen Melloni's über die Polarisation sind in folgenden Abhandlungen, welche zugleich viele auf die Zerstreuung der Wärme sich beziehende Beobachtungen enthalten, niedergelegt:

Melloni, über die Polarisation der Wärme, Pogg. Ann. 39. 1. und 43. p. 18. 257.

Melloni, Untersuchungen über die strahlende Wärme, Pogg. Ann. 51. p. 73. Compte rend. 10. p. 826.

Biot und Melloni, über die Polarisation der Wärmestrahlen durch progressive Drehung, Compt. rend. N. 8. p. 194. Pogg. Ann. 38. p. 202.

Die Zerstreuung ist am ausführlichsten untersucht in:

Melloni, über die Beständigkeit der Wärmeabsorption des Ste[illegible]

russes und der Metalle, und über das Dasein eines Diffusionsvermögens, welches durch seine Veränderungen den Werth des Absorptionsvermögens bei den übrigen Körpern verändert Pogg. Ann. 52. p. 421, 573.

Folgende Abhandlungen erläutern sich unmittelbar durch re Titel:

lelloni, über das Gesetz der Abnahme der strahlenden Wärme mit der Entfernung, Pogg. Ann. 44. p. 124.

lelloni, Betrachtungen und Erfahrungen über die Diathermansie oder Wärmefärbung der Körper, Ann. de Ch. et de Ph. 62. p. 40. Pogg. Ann. 48. p. 326. und 49. p. 577.

elloni, über den angeblichen Einfluss der Rauhheit und Glätte auf das Wärmeausstrahlungs-Vermögen der Oberflächen, Compt. rend. 7. p. 298, Pogg. Ann. 45. p. 57.

elloni, über die Ursache der Unterschiede zwischen dem Absorptionsvermögen polirter und geätzter Metallblättchen, und über deren Anwendung auf die Vervollkommnung der Wärmereflectoren, Compt. rend. 12. p. 375. Pogg. Ann. 53. p. 268.

elloni, über die Reflexion der strahlenden Wärme, l'Instit. No. 130. p. 355, Pogg. Ann. 37. p. 212.

elloni, über die Absorption der Wärmestrahlen durch die Atmosphäre der Erde, Ann. de Ch. et de Ph. 62. p. 334, Pogg. Ann. 49. p. 585.

elloni, über die Ursache des frühzeitigen Schmelzen des Sehnee's an Pflanzen, Pogg. Ann. 44. p. 357.

Allgemeine Ansichten besprechen die folgenden Aufsätze:

elloni, Betrachtungen und Versuche über die Einerleiheit der Licht und strahlende Wärme erzeugenden Wesen, Ann. de Ch. et de Ph. 59. p. 418, Pogg. Ann. 37. p. 486.

elloni, über einige Hauptpunkte in der Lehre von der strahlenden Wärme (gegen Hudson und Baden Powell in Report of the third meeting of the British Association) Pogg. Ann. 37. p. 106.

aden Powell report on the recent progress of discovery relative to radiant heat. London 1841. 8.

Der speciellen Betrachtung der einzelnen Erscheinungen möge ne kurze Uebersicht der Hauptergebnisse vorausgehen.

Licht, welches von einer Lichtquelle auf einen nicht leuchnden Körper trifft, wird von diesem entweder am Fortgang ge-

hindert, oder nicht. Im erstern Falle heisst der Körper undurchsichtig, im letztern durchsichtig. Strahlende Wärme erfährt eine ganz ähnliche Wirkung. In Beziehung auf sie zerfallen die Körper daher ebenfalls in zwei Klassen, in undurchwärmige und durchwärmige, diathermane und athermane. Diese beiden Eigenschaften der Materie sind aber von einander unabhängig, d. h. ein Körper, z. B. Glas, Wasser, kann einen hohen Grad von Durchsichtigkeit besitzen und der strahlenden Wärme einen nur geringen Durchgang gestatten, und umgekehrt können vollkommen undurchsichtige Körper, z. B. schwarzer Glimmer, das Licht am Fortgange hindern, hingegen noch sehr merkliche Wärme hindurchlassen. Es giebt aber auch Substanzen, welche, wie z. B. Steinsalz, hohe Durchsichtigkeit mit grosser Durchwärmigkeit verbinden, und andere, die, wie die Metalle, beiden Wirkungen mit gleicher Energie den Weg versperren.

Bei dem Eintritt des Lichtes in einen durchsichtigen Körper wird seine Richtung jenseits der Berührungsebene des Einfallspunktes nur im Falle senkrechter Incidenz nicht verändert. Diese Brechung des Lichtes tritt auch bei leuchtender und dunkler Wärme ein. Für beide verwandelt sich die Brechung in totale Reflexion, wenn Licht oder Wärme unter einem sehr stumpfen Winkel aus einem dichteren Mittel in ein weniger dichtes austreten.

Das von einem undurchsichtigen Körper aufgehaltene Licht wird entweder nicht zurückgesendet, absorbirt, oder vorwaltend nach bestimmten Richtungen zurückgeschickt, gespiegelt, oder gleichmässig nach allen Richtungen zerstreut. Diese Erscheinungen der Absorption, Spiegelung und Diffusion gelten in gleicher Weise für die Wärme. Auch hier nimmt die Absorption mit der Dicke der absorbirenden Schicht zu, auch hier giebt es eine doppelte Spiegelung, die eine an der Aussenfläche, die andere an der Innenfläche des Körpers, auch hier nach allen Richtungen zerstreuende Oberflächen.

Aber in Beziehung auf Brechung und Absorption verhalten sich nicht alle Lichtquellen gleich. Das gelbe Licht einer Weingeistflamme, deren Docht mit Kochsalz eingerieben ist, wird in viel stärkerem Maasse durch ein rothes und blaues Glas verdunkelt als durch ein gelbes, während hingegen das Roth einer Strontianflamme durch ein rothes Glas viel sichtbarer ist, als durch ein blaues und gelbes. Ebenso ist die Ablenkung jenes gelben und dieses rothen

:s in einem Prisma verschieden, so wie die Brennweite in
ı eine andere. Das also, was auf das Auge den Eindruck
verschiedenen Farbe macht, wird von farbigen Medien in
cher Weise absorbirt und bei der Brechung in farblosen Kör-
ıngleich von seiner ursprünglichen Richtung abgelenkt.
.uch in dieser Beziehung finden für die Wärme ganz ent-
.ende Verhältnisse Statt. Wärme, welche ein mit warmem
:r gefülltes geschwärztes Kupfergefäss aussendet, wird von
klaren Beryllplatte vollkommen aufgefangen, während Kupfer
t bis 390° C. dann noch 13 Procent durchsendet, das glü-
Platin einer aphlogistischen Lampe 23, die Wärme einer
:lli'schen Oellampe hingegen 54 Procent. Steinsalzplatten
ıner dünnen Schicht Kienruss, welchen man vermittelst einer
nflamme aufträgt, bedeckt, lassen hingegen Wärmestrahlen
)uellen von niederer Temperatur in grösserem Verhältniss
:ch, als Strahlen aus Quellen von höherer Temperatur. Wir
laher berechtigt, ähnliche Unterschiede, wie wir sie in Be
ıg auf durchsichtige Körper mit farblos und farbig bezeich-
auch für die durchwärmigen Körper anzuerkennen und da-
ıs klare Steinsalz dem farblosen Glase zu vergleichen, indem
)e Wärmestrahlen der verschiedensten Quellen ungeschwächt
Absorption hindurchlässt. Diese auswählende Absorption
Melloni Diathermansie oder partielle Diatherma-
. Wärmequellen, deren Strahlen von demselben Medium
ıieden absorbirt werden, zeigen auch ungleiche Brechbarkeit
dasselbe Prisma.
.ässt man weisses Licht durch eine tief grüne Glasplatte hin-
ıscheinen, so werden die daraus hervortretenden grünen Strah-
ın einem rein rothen Glase so vollständig absorbirt, dass eine
ination beider Gläser eine Verdunkelung erzeugt, die in kei-
Verhältnisse steht zu der durch jede einzelne Platte einzeln
'gerufenen Schwächung des durchstrahlenden Lichtes. Lässt
Sonnenlicht durch eine besondere Art grünlichen, durch Ku-
:yd gefärbten Glases und eine Wasserschicht hindurchgehen,
rkt es nicht mehr wärmend auf die empfindlichsten Ther-
ıpe, selbst wenn man es durch Steinsalzlinsen in der Weise
ıtrirt, dass es ebenso glänzend ist wie directes Sonnenlicht.
'ällt Licht auf eine rauhe Fläche, so wird der zurükgesendete
il nach allen Richtungen gleichmässig zerstreut, der übrige

absorbirt. Bei schwarzen Körpern ist der letztere Antheil der am bedeutendsten überwiegende, bei weissen der erstere, während farbige und graue Körper die Mitte zwischen jenen beiden Extremen halten. Für die Zerstreuung der Wärme wirken schwarze Substanzen wie für das Licht, weisse Körper für Wärme wie farbige für Licht, endlich metallische für Wärme wie weisse für das Licht.

Die Wärme ist so wie das Licht der Polarisation fähig und zwar durch Spiegelung, Brechung und Doppelbrechung. Hingegen fehlen bis jetzt im Gebiete der Wärme entschiedene Interferenz-Phänomene.

Die Körper werden in unmessbarer Zeit durchstrahlt.

Stellen wir daher die gemeinsamen und unterscheidenden Eigenschaften neben einander, so finden wir

| Licht. | | Wärme. |
|---|---|---|
| Durchsichtige Körper | entsprechen | diathermanen. |
| Undurchsichtige | — | athermanen. |
| Farblos durchsichtige | — | dem Steinsalz. |
| Schwarze Körper | — | den schwarzen. |
| Farbig undurchsichtige | — | den weissen. |
| Weiss undurchsichtige | — | rauhen metallischen Oberflächen. |
| Weiss leuchtende Körper | — | Wärmequellen hoher Temperatur. |

Gemeinsame Phänomene im Gebiete des Lichtes, Schalles und der strahlenden Wärme sind:

| | Licht | Wärme | Schall |
|---|---|---|---|
| Reflexion | — | — | — |
| Brechung | — | — | — |
| Interferenz | — | (fehlt) | — |
| Polarisation | — | — | (fehlt) |

Entsprechende Vorstellungen in diesen Gebieten sind, wenn man die Phänomene als durch Schwingungen hervorgebracht ansieht

| | Licht | Wärme | Schall |
|---|---|---|---|
| Elongation der Schwingungen | Helligkeit | Temperatur | Stärke |
| Anzahl der Schwingungen in gegebener Zeit | Farbe | Wärmefärbung | Höhe des Tones |
| Gestalt der Schwingungen | Polarisation | Polarisation | Klang *) |

*) Wenn man den Klang durch Stattfinden anderer Schwingungen als der die eigentliche Höhe des Tones bestimmenden erklärt, so führt

Wenden wir uns nun zu der speciellen Erörterung der Erscheinungen.

## A. Absorption diathermaner Medien.

**1. Das Vermögen der Körper, Wärmestrahlen hindurchzulassen, steht in keiner Beziehung zur Durchsichtigkeit derselben.**

Bei den nachfolgenden Versuchen waren die Flüssigkeiten in sehr glatte Glaskasten eingeschlossen, deren parallele Seitenwände vier oder fünf Mal grösser waren als die Oeffnung der Thermosäule. Da die der Wärmequelle zugewendete Seite sich stärker erwärmt als die andere, so entsteht durch Strömungen in der Flüssigkeit eine Erneuerung derselben, analog wie bei Prevost's Versuch mit dem Springbrunnen. Die Menge der durchgelassenen Strahlen bei Steinsalz, Kalkspath, Bergkrystall, Topas, Weissbleierz, Gyps, Citronensalz, Rochellesalz und Alaun verhielt sich wie 92. 62. 54. 52. 20. 15. 12, obgleich ihre Durchsichtigkeit und Farblosigkeit nur geringe Unterschiede zeigt. Der dunkle rothbraune Chlorschwefel lässt weit mehr Wärmestrahlen hindurch als das hellgelbe Nuss-, Oliven- und Rüböl, die wiederum diathermaner sind als wasserhelle Flüssigkeiten, wie Schwefelsäure, Salpetersäure, Aether, Alkohol und Wasser. Der schwefelsaure Kalk und die Citronensäure, obgleich farbloser als Aquamarin, Agat, Turmalin, Borax, Adular und Schwerspath lassen doch weniger Wärme hindurch, ja der in der folgenden Tafel hervortretende Unterschied zwischen Eisalaun und Rauchtopas ist so gross, dass ein Rauchtopas von 86 Millimeter Dicke, welcher nicht einmal grobe Druckschrift durch sich hindurch erkennen liess, 19° Ablenkung zeigte, während ein vollkommen durchsichtiges Alaunplättchen von 1¼ Millimeter Dicke so viel Wärme auffing, dass die Ablenkung der Galvanometernadel nur 6 Grad betrug. Schwarzes Glas lässt sogar bei 2 Millim. Dicke noch von 100 auffallenden Strahlen der Locatelli'schen Lampe 16 hindurch, und ebenso vollkommen undurchsichtiger Glimmer von 0.mm9 Dicke noch 20 (Pogg. A. 35.

---

man immer die Erklärung des Klanges auf eine Gestaltverschiedenheit der Hauptschwingungen zurück, da man die begleitenden kleinen Schwingungen auf die Perioden der Hauptschwingungen zurückführen kann.

p. 404.) Uebrigens findet zwischen der Tiefe der Farbe, wie die vierte Tafel der farbigen Gläser zeigt, und zwischen der Fähigkeit, von Wärme durchstrahlt zu werden, kein Zusammenhang Statt. Die mit einem Sternchen bezeichneten Gläser zeigten, mit den prismatischen Farben verglichen, die grösste Reinheit. Bei Gläsern und Flüssigkeiten scheint im Allgemeinen die Fähigkeit, Wärme hindurchzulassen, der Brechkraft für das Licht parallel zu gehn. (Pogg. Ann. 35. p. 291.)

I) Farblose Gläser von der Dicke 1.88 Mm.

| | Ablenk. der Nadel. | Durchgelass. Strahlen. |
|---|---|---|
| Kein Schirm | 30°.00 | 100 |
| Flintglas v. Guinand | 22.90 | 67 |
| Englisches Flintglas | 22.43 | 65 |
| Französisches Flintglas | 22.36 | 64 |
| Dito, andre Art | 22.19 | 64 |
| Spiegelglas | 21.89 | 62 |
| Dito, andre Art | 21.10 | 60 |
| Dito, andre Art | 20.78 | 59 |
| Französisches Kronglas | 20.58 | 58 |
| Fensterglas | 19.25 | 54 |
| Dito, andre Art | 18.56 | 52 |
| Dito, andre Art | 17.83 | 50 |
| Engl. Kronglas | 17.22 | 49 |

II) Flüssigkeiten von der Dicke 9.21 Mm.

| | Ablenkung d. Nadel. | Durchgelass. Strahlen. |
|---|---|---|
| Spiegelglas | 19°.10 | 53 |
| Farbloser Schwefelkohlenstoff | 21.96 | 63 |
| Stark rothbrauner Chlorschwefel | 21.83 | 63 |
| Farbloses Phosphorchlorür | 21.80 | 62 |
| Farbloser Chlorkohlenwasserstoff | 13.27 | 37 |
| Gelbes Nussöl | 11.10 | 31 |
| Farbloses Terpentinöl | 10.83 | 31 |
| Farbloses Rosmarinöl | 10.46 | 30 |
| Gelbes Rüböl | 10.38 | 30 |
| Grüngelbes Olivenöl | 10.35 | 30 |
| Schwach braungelbe natürliche Naphtha | 9.77 | 28 |
| Merklich gelbbrauner Copaivbalsam | 9.39 | 26 |
| Farbloses Lavendelöl | 9.28 | 26 |
| Sehr schwach gelbliches Nelkenöl | 9.26 | 26 |
| Farblose rectificirte Naptha | 9.10 | 26 |
| Farbloser Schwefeläther | 7.59 | 21 |
| Farblose reine Schwefelsäure | 6.15 | 17 |
| Merklich braunes Nordhäuser Vitriolöl | 6.09 | 17 |

| | Ablenkung d. Nadel. | Durchgelass. Strahlen. |
|---|---|---|
| Farblose Ammoniaklösung | 5.47 | 15 |
| Farblose reine Salpetersäure | 5.36 | 15 |
| Farbloser absoluter Alkohol | 5.30 | 15 |
| Farbloses Kalihydrat | 4.63 | 13 |
| Farblose rectificirte Essigsäure | 4.25 | 12 |
| Schwach bräunliche brenzliche Holzsäure | 4.28 | 12 |
| Farbloses Zuckerwasser | 4.20 | 12 |
| Farblose Alaunlösung | 4.16 | 12 |
| Farbloses Salzwasser a. reinem Steinsalz | 4.15 | 12 |
| Schwach gelbes Eiweiss | 4.00 | 11 |
| Destillirtes Wasser | 3.80 | 11 |

III) Krystallisirte Körper von der Dicke 2.62. Mm.

| | Ablenkung d. Nadel. | Durchgelass. Strahlen. |
|---|---|---|
| Spiegelglass | 21°.60 | 62 |
| Klares Steinsalz | 28.46 | 92 |
| Klarer Kalkspath | 21.80 | 62 |
| ein andrer | 21.30 | 61 |
| Klarer farbloser Bergkrystall | 21.64 | 62 |
| — Starkbrauner Rauchtopas | 20.25 | 57 |
| — Farbloser Brasilianischer Topas | 19.18 | 54 |
| Klares Weisbleierz | 18.35 | 52 |
| Durchscheinender weisser Agat | 12.48 | 35 |
| Schielend gestreifter klarer Schwerspath | 11.72 | 33 |
| Klarer schwachblauer Aquamarin | 10.16 | 29 |
| Durchscheinender gelber Agat | 10.10 | 29 |
| — — Borax | 9.87 | 28 |
| Klarer grüner Turmalin | 9.54 | 27 |
| — schielend gestreifter Adular | 8.30 | 24 |
| — Gyps | 7.15 | 50 |
| — schielend gestreifter Flussspath | 5.40 | 15 |
| — Citronensäure | 5.15 | 15 |
| Durchscheinender Sardonyx | 4.98 | 14 |
| Klares schielend gestreift. kohlens. Ammoniak | 4.50 | 13 |
| — weinsaures Kali-Natron | 4.40 | 12 |
| Klarer Alaun | 4.36 | 12 |
| Klares stark blaues schwefels. Kupfer | 0.00 | 0 |

IV) Farbige Gläser von der Dicke 1.85 Mm.

| | Ablenkung d. Nadel. | Durchgelass. Strahlen. |
|---|---|---|
| *Dunkelviolet | 18.62 | 53 |
| Gelblichroth | 18.58 | 53 |
| Purpurroth | 18.10 | 51 |
| *Lebhaftroth | 16.54 | 47 |
| Blassviolet | 16.08 | 45 |

| | Ablenkung d. Nadel. | Durchgelass. Strahlen. |
|---|---|---|
| Orangeroth | 15.49 | 44 |
| Hellblau | 15.00 | 42 |
| Dunkelgelb | 14.12 | 40 |
| Schöngelb | 12.08 | 34 |
| Goldgelb | 11.75 | 33 |
| *Dunkelblau | 11.60 | 33 |
| *Apfelgrün | 9.15 | 26 |
| Mineralgrün | 8.20 | 23 |
| Tiefdunkelblau | 6.88 | 19 |

Die * bezeichneten besonders rein.

V) Farbige Gläser von der Dicke 1.85 Mm.

| | | Durchgelass. Strahlen. |
|---|---|---|
| Weisses | Glas | 40 |
| Dunkelrothes | — | 33 |
| Orangefarben | — | 29 |
| Lebhaft gelbes | — | 22 |
| Apfelgrünes | — | 25 |
| Mineralgrünes | — | 23 |
| Blaues | — | 21 |
| Indigo | — | 12 |
| Dunkelviolettes | — | 34 |
| Schwarzes undurchsichtiges | — | 17 |

2. Für dieselbe Substanz ist die durchgelassene Wärmemenge wie bei dem Licht desto grösser, je glatter die Oberfläche ist.

Aus einer 9 Millimeter dicken Tafel sehr reinen Spiegelglases wurden 9 Platten von 8.mm371 Dicke von gröbstem Schliff bis zur feinsten Politur geschliffen, die am Galvanometer, welches ohne Schirm 30° Ablenkung gab, nur

| | | |
|---|---|---|
| 1 | klar | 5.38 |
| 2 | — | 6.50 |
| 3 | — | 8.66 |
| 4 | schielend | 12.58 |
| 5 | — | 14.79 |
| 6 | etwas schielend | 17.42 |
| 7 | durchscheinend | 18.79 |
| 8 | — | 19.75 |

hervorbrachten.

3. Dringen Wärmestrahlen allmählig durch immer grössere Schichten derselben Substanz, so verringert

ch die Verluste sehr rasch in dem Maasse als die Dicke n eine constante Grösse zunimmt.

Dieser von Delaroche bereits durch Hintereinanderlegen von :heiben derselben Substanz bewiesene Satz ist von Melloni sehr ısführlichen directen Prüfungen unterworfen worden. Da aber :r physikalische Grund, warum die in den ersten Schichten starke bsorption nachher sehr langsam steigt, erst aus den weitern Ver- .chen über die qualitativen Unterschiede verschiedener Wärme- ıellen erhellt, so mögen zunächst hier nur die vorläufigen Ver- ıche, welche die Thatsache im Allgemeinen bestätigen, eine elle finden.

Vier Stücke eines schönen Spiegelglases wurden auf die Dicken 4. 6. 8. gebracht und ergaben folgende Resultate (Poggend. ın. 35. p. 278.):

| Dicke in Millimeter | Durchgelassene Strahlen | Aufgefangene Strahlen |
|---|---|---|
| 2.068 | 619 | 381 |
| 4.136 | 576 | 424 |
| 6.202 | 568 | 442 |
| 8.272 | 549 | 451 |

Denkt man sich daher den dicksten Schirm in 4 gleich dicke chichten getheilt, so werden in der ersten Schicht 381 Strahlen ın 1000 aufgehalten, in der zweiten 43, in der dritten 18, in der erten 9. Die respectiven Verluste, bezogen auf die einfallende enge als Einheit, sind also $\frac{381}{1000}$, $\frac{43}{619}$, $\frac{18}{576}$, $\frac{9}{568}$ oder 0.381, 0.071 031 0.016.

Bei einem nicht vollkommen reinen Glase von St. Gobain nd sich: (Pogg. Ann. 35. p. 282.)

| Dicke in Millimeter | Durchgelassene Strahlen | Aufgefangene Strahlen |
|---|---|---|
| 27 | 484 | 516 |
| 54 | 380 | 620 |
| 81 | 303 | 697 |

lso 0.516, 0.215, 0.203 der entsprechenden Menge, welche die drei leich dicken Schichten des dritten Schirms durchdrangen.

Aehnliche Resultate zeigen sich, wenn man, wie es Delaroche gethan, Scheiben gleicher Dicke hintereinander anbringt. Die Dicke der Glasscheiben war 2.068 Mm. Es ergaben sich folgende Werthe: (Pogg. Ann. 35. p. 286.)

| Anzahl der Scheiben | Durchgelassene Strahlen | Aufgefangene Strahlen |
|---|---|---|
| 1 | 619 | 381 |
| 2 | 531 | 469 |
| 3 | 484 | 515 |
| 4 | 450 | 540 |

also 0.381, 0.134, 0.087, 0.058 die Verluste in den aufeinanderfolgenden Scheiben.

Bei hintereinander gestellten Platten hat der grössere oder geringere Grad der Politur natürlich einen wesentlichen Einfluss. Es fanden sich nämlich bei

| | Durchgelassene Strahlen. |
|---|---|
| polirtem Glase 8.mm274 dick, allein | 51.68 |
| — — 6.204 — — | 53.01 |
| mattem — 6.455 — — | 21.32 |
| 1 und 2 hintereinander | 43.99 |
| 1 — 3 — | 17.69 |

Von 100 aus dem ersten Glase austretenden Strahlen wurden also vom polirten 85.12, vom matten nur 34.23 durchgelassen (P. A. 38. p. 45.).

Gereinigtes Rüböl in Kasten verschiedener Weite zwischen Glasplatten gab: (P. A. 35. 284.)

| Dicke der Flüssigkeitsschicht | Durchgelassene Strahlen | Aufgefangene Strahlen |
|---|---|---|
| 6.767 | 443 | 557 |
| 13.535 | 363 | 637 |
| 27.069 | 294 | 706 |
| 54.139 | 270 | 730 |
| 71.209 | 255 | 745 |
| 108.279 | 244 | 756 |

Denkt man sich die letzte Schicht eingetheilt in Schichten von gleicher doppelter und einfacher Dicke, so werden die auf diese Schichten fallenden Wärmemengen:

| Dicke | Verlust |
|---|---|
| 6.767 | 0.557 |
| 6.767 | 0.180 |
| 13.535 | 0.190 |
| 27.069 | 0.082 |
| 27.069 | 0.056 |
| 27.069 | 0.040 |

sen Thatsachen folgt unmittelbar, dass strahlende Wärme Dicken eines Körpers durchdringen kann, ohne viel be- als durch dünne Platten aufgehalten zu werden. So nem Rauchtopas bei der 58fachen Dicke die bei der 1.°6 betragende Ablenkung des Galvanometers auf 19° insalz gaben 2 Millimeter dicke Platten genau dieselt te als 30 bis 40 Millimeter Dicke. Uebrigens zeigt die igkeit der Krystalle sich unabhängig von der Richtung es gegen die krystallographischen Achsen, denn Berg- en und Kalkspathplatten gaben dieselben Resultate, sie rallel oder senkrecht auf die Hauptachse geschnitten sein. ringen Wärmestrahlen einer und derselben elle nach einander durch verschiedene dia- Substanzen, so werden sie in stärkerem Maasse als wenn sie nach einander durch gleichar- tanzen gehn, gerade so wie Licht, wenn es nder durch verschiedene farbige Substanzen geht, eine weit grössere Verdunkelung zeigt, len Wirkungen der Platten einzeln zu erwar-

nan strahlende Wärme auf eine Platte fallen, z. B. von erhält man eine bestimmte Ablenkung des Galvanome- ltet man dann statt jener Platte eine weniger diather- Gyps, ein, so wird man bei derselben Entfernung der le eine geringere Ablenkung erhalten. Durch Annähern quelle, durch Concentriren derselben vermittelst Spie- teinsalzlinsen kann man aber die Wärme so steigern, altene Ablenkung dieselbe ist. Bezeichnet man die auf nach einander erhaltenen Wärmemengen, da sie quan- h sind mit 100, und lässt sie nun durch eine Alaun- n, so zeigt sich eine ganz verschiedene Abnahme der

Ablenkung nach der Natur des ersten Schirms, wie folgende Tafel zeigt: (Pogg. Ann. 35. p. 535.)

| 100 Strahlen austretend aus | fallen auf | es treten aus |
|---|---|---|
| Kein Schirm | Alaun | 9 |
| Klaren Steinsalz | — | 9 |
| Schielenden Steinsalz | — | 9 |
| Borax | — | 11 |
| Adular | — | 14 |
| Kalkspath | — | 22 |
| Bergkrystall | — | 25 |
| Spiegelglas | — | 27 |
| Kohlensauren Ammoniak | — | 31 |
| Gyps | — | 72 |
| Weinsauren Kali-Natron | — | 80 |
| Citronsäure | — | 85 |
| Alaun | — | 90 |

Strahlende Wärme, welche aus Kalkspath, Bergkrystall, Spiegelglas austritt, wird daher von Alaun stark absorbirt, während Wärme, die aus weinsaurem Kalinatron oder Citronsäure austritt, sich nahe so verhält als die, welche Alaun durchstrahlt hat. Bei gleicher Quantität des directen thermischen Effectes ist daher zwischen diesen beiden Arten Wärme ein qualitativer Unterschied. Kalkspath, Bergkrystall, Spiegelglas haben eine nahe gleiche Diathermansie (Wärmefarbe), Citronsäure, weinsaures Kalinatron und Alaun unter sich eine ebenfalls gleiche, aber von jener verschiedene (Pogg. Ann. 35. p. 537, 538.).

| 100 Strahlen austretend aus | | fallen auf | es treten aus |
|---|---|---|---|
| Weissen | Glas | Alaun | 27 |
| Dunkelrothen | — | — | 27 |
| Orangefarbenen | — | — | 27 |
| Lebhaft gelben | — | — | 27 |
| Apfelgrünen | — | — | 5 |
| Mineralgrünen | — | — | 3 |
| Blauen | — | — | 27 |
| Indigo | — | — | 27 |
| Dunkelvioletten | — | — | 27 |
| Schwarz undurchs. | — | — | 1 |

| 100 Strahlen austretend aus | fallen auf | es treten aus |
|---|---|---|
| Undurchsichtigen schwarz. Glimmer | Alaun | 2 |
| Grünen Turmalin | — | 7 |
| Schwerspath | — | 12 |
| Sauren chromsauren Kali | — | 14 |
| Weissen Glimmer | — | 15 |
| Beryll | — | 19 |
| Aquamarin | — | 19 |
| Perl-Agat | — | 24 |
| Gelben Agat | — | 24 |
| Gelben Bernstein | — | 30 |
| Gummi | — | 45 |

Die farbloses Glas dunkelroth, orange, gelb, blau, indigo fär-benden Pigmente löschen also einen Theil der dieses durchstrahlenden Wärme aus, aber in gleichem Verhältnisse der einzelnen Gattungen, d. h. sie verhalten sich wie graue Substanzen für Licht. (Die relativen Mengen der ohne Alaun durchgelassenen Strahlen derselben Wärmequelle sind in Taf. V. pag. 330. gegeben.)

Die Umkehrung des Versuches bietet sich von selbst dar: die unmittelbar vor der Wärmequelle eingeschaltete Platte bleibt hier in der Versuchsreihe dieselbe, während die zweite auffangende Platte nach einander von verschiedenen Substanzen gewählt wird.

In der folgenden Tafel enthält die erste Reihe die Namen der Substanzen, welche als zweiter Schirm gewählt wurde, und zwar bezeichnen die Zahlen der ersten senkrechten Columne die am Galvanometer gemessenen Procente der auffallenden Wärme, wenn ohne Einschalten einer ersten Platte die Strahlen direct auf das Galvanometer fielen; die zweite Columne, wenn als erster Schirm eine Alaunplatte von 2.6 Millimeter Dicke angewendet wurde; die dritte ebenso, wenn die auffallenden Strahlen zuerst eine Gypsplatte gleicher Dicke durchdrangen und dann erst auf die Substanz der Horizontalreihe fielen. In der vierten Columne ist der erste Schirm eine Platte von chromsaurem Kali gleicher Dicke, in der fünften von grünem Glase, dessen Dicke 1.85, in der sechsten von schwarzem Glase von der Dicke 1.85 Mm. Die Zahlen sind Procente der auf den zweiten Schirm fallenden Menge (Pogg. Ann. 35, p. 541.).

| Dicke. | Zweiter Schirm. | Erster Schirm: keiner. | Alaun. | Gyps. | chromsaures Kali. | grünes Glas. | schwarzes Glas. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2.6 | Steinsalz | 92 | 92 | 92 | [illegible] | 92 | 92 |
| 2.6 | Flussspath | 78 | 90 | 91 | [illegible] | 90 | 91 |
| 2.6 | Beryll | 54 | 80 | 91 | [illegible] | 70 | 57 |
| 2.6 | Kalkspath | 39 | 91 | 89 | 56 | 59 | 55 |
| 0.5 | Glas | 54 | 90 | 85 | 68 | 87 | 80 |
| 8.0 | Glas | 34 | 90 | 82 | 47 | 56 | 45 |
| 2.6 | Bergkrystall | 38 | 91 | 85 | 52 | 78 | 54 |
| 2.6 | Saur. chromsaur. Kali | 34 | 57 | 53 | 71 | 28 | 24 |
| 2.6 | Schwerspath | 24 | 36 | 47 | 25 | 60 | 57 |
| 2.6 | Weisser Agat | 23 | 70 | 78 | 30 | 43 | 17 |
| 2.6 | Adular | 23 | 23 | 58 | 43 | 50 | 23 |
| 2.6 | Bernstein | 21 | 65 | 61 | 20 | 13 | 8 |
| 0.9 | Schwarz. opak. Glimmer | 20 | 0.4 | 12 | 16 | 38 | 43 |
| 2.6 | Gelber Agat | 19 | 57 | 64 | 24 | 35 | 14 |
| 2.6 | Aquamarin | 19 | 60 | 57 | 26 | 20 | 21 |
| 2.6 | Borax | 18 | 23 | 33 | 23 | 30 | 24 |
| 2.6 | Grüner Turmalin | 18 | 1 | 10 | 14 | 24 | 30 |
| 2.6 | Gemeines Gummi | 18 | 61 | 52 | 12 | 6 | 4 |
| 2.6 | Gyps | 14 | 59 | 54 | 22 | 9 | 15 |
| 12.0 | Gyps | 10 | 56 | 45 | 17 | 5 | 0.4 |
| 2.6 | Kohlens. Ammoniak | 12 | 44 | 34 | 11 | 6 | 5 |
| 2.6 | Citronensäure | 11 | 88 | 52 | 16 | 3 | 2 |
| 2.6 | Weinsaures Kali-Natron | 11 | 85 | 60 | 15 | 2 | 4 |
| 2.6 | Alaun | 9 | 90 | 47 | 15 | 0.5 | 0.3 |
| 1.85 | Weisses Glas | 40 | 90 | 83 | 50 | 67 | 55 |
| 1.85 | Violettes — | 34 | 76 | 72 | 42 | 56 | 47 |
| 1.85 | Rothes — | 33 | 74 | 69 | 41 | 54 | 45 |
| 1.85 | Orangefarbn. — | 29 | 65 | 58 | 36 | 48 | 39 |
| 1.85 | Apfelgrünes — | 25 | 3 | 20 | 22 | 55 | [illegible] |
| 1.85 | Mineralgrünes — | 23 | 1 | 15 | 19 | 52 | [illegible] |
| 1.85 | Gelbes — | 22 | 49 | 46 | 27 | 35 | 30 |
| 1.85 | Blaues — | 21 | 47 | 42 | 26 | 34 | 29 |
| 1.85 | Undrchs. schwarz. — | 16 | 0.5 | 18 | 11 | 42 | 52 |
| 1.85 | Indigo — | 12 | 27 | 26 | 14 | 20 | 17 |

Da von 100 directen Strahlen 9 aus der Alaunplatte, 34 aus der von chromsauren Kali austreten, so müssten 1111 Strahlen auf die Alaunplatte fallen, und 294 auf die von chromsauren Kali, damit aus beiden 100 austreten. Von 100 von der Alaunplatte austretenden Strahlen werden aber 57 durch eine Platte chromsaures Kali hindurchgelassen, und von 100 aus chromsauren Kali austretenden 15 durch die Alaunplatte. Da nun

1111 : 294 = 57 : 15

man unmittelbar, wie auch directe Versuche zeigen, dass wei combinirte heterogene Platten dieselbe Wärmemenge assen wird, wenn man die Stellung derselben gegen Wärme- nd Thermoskop unter einander vertauscht.

Wärme verschiedenartiger Wärmequellen, welect gleiche Temperaturerhöhungen hervorbringt; on denselben Medien in ungleichem Maasse ab.

nn die vorigen Versuche einen getreuen Parallelismus zeigden optischen Erscheinungen, wenn weisses Licht, nachein farbiges Mittel durchstrahlte, nun in ein verschiedengelangt, so zeigen die folgenden ebenso strenge Analogien Phänomenen, welche eintreten, wenn man farbige Flamch gleich oder anders gefärbte Gläser betrachtet (P. Ann. 93.).

| )az wischengestellte ıstanzen, $2^{mm}.6$ dick. | Procente. Locatelli's Lampe. | glühendes Platin. | Erhitztes Kupfer, 390° C. | dasselbe, 100° C. |
|---|---|---|---|---|
| , klar farblos | 92 | 92 | 92 | 92 |
| .h — — | 78 | 69 | 42 | 33 |
| , durchsichtig schielend | 65 | 65 | 65 | 65 |
| klar grüngelb | 54 | 23 | 13 | 0 |
| h, — grünlich | 46 | 38 | 24 | 20 |
| h, — farblos | 39 | 28 | 6 | 0 |
| h, — — | 38 | 28 | 5 | 0 |
| as, — — | 39 | 24 | 6 | 0 |
| as, — — | 38 | 26 | 5 | 0 |
| tall, — — | 38 | 28 | 6 | 0 |
| ıas, — braun | 37 | 28 | 6 | 0 |
| hromsaures Kali, orange | 34 | 28 | 15 | 0 |
| klar farblos | 33 | 24 | 4 | 0 |
| ierz, — — | 32 | 23 | 4 | 0 |
| path, — schwach schiel. | 24 | 18 | 3 | 0 |
| urchscheinend weiss | 23 | 11 | 2 | 0 |
| klar, schielend gestreift | 23 | 19 | 6 | 0 |
| t, — violett | 21 | 9 | 2 | 0 |
| Bernstein, klar gelb | 21 | 5 | 0 | 0 |
| in, blaugrün | 19 | 13 | 2 | 0 |
| urchscheinend gelb | 19 | 12 | 2 | 0 |
| — weiss | 18 | 12 | 8 | 0 |
| ı, klar dunkelgrün | 18 | 16 | 3 | 0 |
| orn, durchschein. nussbraun | 18 | 4 | 0 | 0 |
| ımmi, klar gelblich | 18 | 3 | 0 | 0 |

| Dazwischengestellte Substanzen, 2mm. dick. | Procente. Locatelli's Lampe. | glühendes Platin. | Erhitztes Kupfer, 390° C. | dasselbe, 100° C. |
|---|---|---|---|---|
| Schwerspath, klar, schiel. gestreift | 17 | 11 | 3 | 0 |
| Gyps, — farblos | 14 | 5 | 0 | 0 |
| Sardonyx durchschein. braun | 14 | 7 | 2 | 0 |
| Citronensäure, klar farblos | 11 | 2 | 0 | 0 |
| Kohlensaur. Ammoniak, klar schiel. | 12 | 3 | 0 | 0 |
| Weins. Kalinatron, klar farblos | 11 | 3 | 0 | 0 |
| Natürl. Bernstein, durchsch. gelb | 11 | 5 | 0 | 0 |
| Alaun, klar farblos | 9 | 2 | 0 | 0 |
| Leim, — gelbbraun | 9 | 2 | 0 | 0 |
| Perlmutter, durchschein. weiss | 9 | 0 | 0 | 0 |
| Kandis, klar farblos | 8 | 0 | 0 | 0 |
| Flussspath, durchscheinend grün | 8 | 6 | 4 | 3 |
| Geschmolz. Zucker, klar gelblich | 7 | 0 | 0 | 0 |
| Eis, sehr rein, klar farblos | 6 | 0 | 0 | 0 |

Da durch alle angewandten Platten Wärmestrahlen der Lampe hindurchgehen, so muss dieselbe, eben so wie sie fähig ist, alle Farben zu entwickeln, auch die qualitativ verschiedenen Wärmemengen enthalten, welche die einzelnen Substanzen zu durchdringen vermögen. Mit dem Herabsinken der Temperatur einer dunkeln Wärmequelle nimmt die Anzahl der athermanen Substanzen immer zu auf Kosten der in höhern Temperaturen diathermanen. Wärme dunkler Quellen wird also von vorn herein sich zu der einer leuchtenden Wärmequelle hoher Temperatur wie eine farbige Flamme zu einer weissen verhalten und den einfachen Farben immer analoger. Steinsalz zeigt für alle Quellen eine gleiche Fähigkeit durchstrahlt zu werden, verhält sich also zur Wärme wie farbloses Glas zum Licht, und zwar selbst für Quellen von viel niederer Temperatur. Von 100 einfallenden Strahlen werden nämlich nach Einschaltung einer Steinsalzplatte oder eines dünnen Glimmerblättchen hindurchgelassen (Pogg. Ann. 38. p. 21.).

| | durch Steinsalz. | durch Glimmer. |
|---|---|---|
| von einem Gefässe von dünnem Metallblech voll Wasser von 100° | 92.2 | 32.15 |
| — — — — — — 96 | 92.3 | 27.92 |
| — — — — — — 64° | 92.0 | 20.62 |
| — — — — — — 50° | 92.2 | 19.65 |
| von schmelzendem Eise direct | 92.0 | 17.50 |
| von geschwärztem Metallgefäss mit erkältendem Gemisch von — 18 | 92.2 | 15.41 |

raus unmittelbar hervorgeht, dass mit herabsinkender Tempera- die Wärme immer mehr die Fähigkeit verlor, durch Glimmer strahlen.

Die unabhängig von der Dicke der Steinsalzplatte und der ur der Wärmequelle stets wiederkehrende Zahl 92.2 deutet un- telbar darauf hin, dass diese Verminderung nicht in Absorption ıcht werden könne, sondern der zweimaligen Reflexion an der sen- und Innenfläche des Schirmes zuzuschreiben sei, welches streng erwiesen betrachtet werden darf, wenn andere Platten cher Politur aber aus andern Substanzen ähnliche Verhältnisse en. Lampenwärme durch Hindurchstrahlung durch eine 8.2743 imeter dicke Glasplatte homogen gemacht, wurde von 100 Strah- durch eine Steinsalzplatte auf 92.30 gebracht, durch eine Quarz- te (so dünn, dass ihre Absorption vernachlässigt werden kann) 0.517 Millimeter Dicke auf 92.29, durch eine Glasplatte von '4 Millimeter Dicke auf 92.30, ebenso Strahlen aus einer Berg- stallplatte von 8.122 Mm. Dicke austretend durch Einschalten r 1.174 Mm. dicken Bergkrystallplatte auf 92.11. Ebenso zeigte die Wärmeverminderung bei 6 Glasplatten, die zusammen die ke der ersten Glasplatte von 8.274 hatten, im Verhältniss der Zweifachen auf das Zwölffache gesteigerten Reflexion.

B. Wärme des Sonnenspectrums.

Die bisher erwähnten Erfahrungen bahnen den Weg zur Er- erung der vor Melloni's Entdeckungen paradox erschiene- Vertheilung der Wärme im Sonnenspectrums.

Landriani *) setzte die höchste Temperatur in das Gelb, chon **) zwischen Gelb und Roth, Senebier ***) in das Gelb Berard †) in die äussere Grenze des Roth, Herschel ††)

*) Scelta d'opuscoli interessanti Vol. 13. 1777.

**) Recueil de mémoires sur la mécanique et la physique. 1783. p. 348.

***) Physikalisch-chemische Abhandlungen über den Einfluss des Son- chts auf alle 3 Reiche der Natur. II. 37.

†) Gilb. Ann. 46. p. 382.

††) Investigations of the power of the prismatic colours to heat illuminate objects Ph. Tr. 1800. 255. Experiments on the refrangibility e invisible rays of the Sun ib. p. 284. Experiments on the solar, and he terrestrial rays that occasion heat, with a comparative view of the , to which light and heat, or rather the rays which occasion them,

und Engelfield*) hingegen über die Grenze des Rothe in den schwach röthlich beleuchteten dunkeln Raum. Diese baren Widersprüche wurden durch Seebeck**) erläutert, als Resultat sehr sorgfältiger Versuche fand:

1. In allen prismatischen Farbenbildern findet Wärme Statt, und diese ist jederzeit am schwächsten an de sten Grenze des Violets.
2. Von dort aus nimmt sie, wie man durch Blau und G der gelben und rothen Seite fortschreitet, zu.
3. Sie erreicht bei einigen Prismen ihr Maximum im G mentlich bei dem Wasserprisma und nach Wünsch's fahrungen auch bei mit Weingeist und Terpentinöl ten Prismen.
4. Einige andre Flüssigkeiten, namentlich eine ganz kl lösung von Salmiak und Quecksilbersublimat, desgleic centrirte farblose Schwefelsäure hatten das Maxim Wärme zwischen Gelb und Roth in Orange.
5. Prismen von Crownglas und gewöhnlichem weissen G ben die grösste Wärme in vollem Roth.
6. Bei einigen Glasprismen fällt das Maximum der Wärm Grenze des Roth.
7. Prismen von Flintglas haben das Maximum der Wä seits des Roth, wenn die Kugel des Thermoskopes au des wohlbegrenzten Farbenbildes steht.
8. Die Wärme nimmt jenseits des Roth stetig ab, und l Prismen ohne Ausnahme findet noch einige Zoll u Grenze des Roth Wärmeerregung Statt.

Ruhland†) fand nach Seebeck's Versuchen bei B Maximum über das Roth hinaus und bei mehreren flüssig pern im Gelb.

---

are subject, in order to determine whether they are the same or ib. p. 295.

*) Journal of the Royal Institution 1802. p. 100. Gilb. Ann. 1

**) Ueber die ungleiche Erregung der Wärme im prismatisc nenbilde. Abhandl. d. Berl. Akad. 1819. p. 305.

***) Magazin der Gesellschaft naturforschender Freunde zu B 3. pag. 203,

†) Ueber die polarische Wirkung des gefärbten heterogen tes. Berlin 1817.

Die physikalische Erklärung dieser Phänomene hat nun Melloni *) gegeben.

Dass Prismen von Steinsalz die einzigen sind, an welchen das Fundamental-Phänomen erkannt werden könne, geht daraus hervor, dass sonst die Erscheinung vermischt wird mit der bei dem Durchgang durch das Prisma eintretenden Absorption. Dies geht aus folgenden Erscheinungen hervor:

1. In Prismen von Steinsalz fällt das Wärmemaximum unveränderlich in einen festen Abstand von der Grenze des Rothen in den dunkeln Raum, man mag die dickeren Stellen des Prisma's an der obern Grundfläche oder die dünneren an der Kante abblenden und nur einen Raum von 2 Linien Breite frei lassen.
2. Ging das Licht durch die Oeffnung in der Nähe der Kante des Wasserprisma, so fiel das Maximum in das Orange zur Seite des Roth. Ging das Licht hingegen durch die breitere Schicht an der Basis, so fiel das Maximum in das Gelb zur Seite des Grün.
3. Bei einem Glasprisma fiel das Maximum in der Nähe der Kante in den dunkeln Raum, in der Nähe der Grundfläche hingegen in das Roth.
4. Schaltet man bei einem durch ein Steinsalzprisma gebildeten normalen Spectrum eine Wasserschicht, deren Dicke gleich der mittleren Dicke der Schicht des Wassers im Wasserprisma ist, so rückt das Maximum successiv auf das Orange und auf das Gelb, bei dem Einschalten von Glasplatten auf das Roth oder dicht an die äusserste Grenze desselben.

Diese Erscheinung erklärt sich einfach daraus, dass wenn man selbst bei einem Glasprisma zu beiden Seiten des Wärmemaximum isotherme Stellen im leuchtenden und dunkeln Raume aufsucht, nach Einschalten einer Wasserschicht die Wärme des letztern im höhern Grade absorbirt wird als die des erstern, wie folgende Tafel zeigt.

---

*) Pogg. Ann. 24. p. 640. u. 35. p. 559.

| | directe Wärme. | nach Einschalten einer 1''' dicken Wasserschicht. | Unterschiede. | Verluste. |
|---|---|---|---|---|
| Violett | 2 | 2 | 0 | 0.00 |
| Indigo | 5 | 4.5 | 0.5 | 0.10 |
| Blau | 9 | 8 | 1 | 0.11 |
| Grün | 12 | 10 | 2 | 0.17 |
| Gelb | 35 | 25 | 10 | 0.28 |
| Orange | 47 | 27 | 20 | 0.42 |
| Roth | 58 | 25 | 33 | 0.57 |
| Dunkel | 47 | 14 | 33 | 0.70 |
| — | 35 | 9 | 26 | 0.74 |
| — | 12 | 3 | 9 | 0.75 |
| — | 9 | 1 | 8 | 0.88 |
| — | 5 | 0.5 | 4.5 | 0.90 |
| — | 2 | 0 | 2 | 1.00 |

Vermehrt man allmählig die Dicke der Wasserschicht ( 37. 490.) von 4 Millimeter bis allmählig zu 300, so sieht man Wärmemaximum von Roth, Orange durch Gelb zuletzt bis i Grün rücken, während die äussere Grenze des dunkeln Wä spectrums sich der rothen Grenze des leuchtenden immer meh hert, aber doch um eine merkbare Grösse davon entfernt b Aehnliche Verhältnisse zeigen sich, wiewohl in schwächern den, bei dem Einschalten farbloser Gläser. Fängt man hing das Gesammtspectrum mit einem violetten Glase auf, welche Mitte des leuchtenden Spectrums vollkommen verlöscht und roth, getrennt von blau und violett, hindurch lässt, so sieht zwar die durchgelassene Wärme ebenfalls geschwächt, die Abn der Temperatur zu beiden Seiten des seine Stelle behalt Maximum, sowohl auf der dunkeln Seite als auf der disconti lich leuchtenden vollkommen regelmässig. Diese Erschein widerlegen Ampère's Annahme, dass, weil die weniger brechl Theile des Sonnenspectrum von Wasser hauptsächlich absorbirt den, ihre Nichtwahrnehmbarkeit nur in der im Auge befindli wässrigen Feuchtigkeit eine Erklärung finde, innerhalb wel eine Absorption stattfinde, welche die den Eindruck der W erzeugenden Wellen nicht bis zur Netzhaut gelangen lasse, um dieser den Eindruck des Lichtes zu erregen. Vielmehr scheint Eindruck des Lichtes und der Wärme von verschiedenen A tien hervorgebracht zu werden, da einerseits die 300 Meter m tige Wasserschicht noch dunkle Wärme hindurchlässt, also

Erklärung beseitigt, andererseits die Isolation beider Thätigkeiten zuletzt Melloni in der Weise gelang, dass er aus dem Sonnenlichte durch Einschalten einer Wasserschicht und grünlichen Glases ein Licht erhielt, das bei der vollsten Concentration durch eine Steinsalzlinse auch keine Spur von Wärme zeigte. Herschel (on the chemical action of the rays of the solar spectrum and on some photographic processes Phil. Trans. 1840.) fand in dem mindest gebrochenen Theile des Wärmespectums Unterbrechungen, in dem dunkeln Raume nämlich, der dem rothen Ende vorangeht, indem er ein an der einen Seite berusstes, an der andern Seite mit rectificirtem Alkohol benetztes Papier auf dieser Seite der Wärme des darauf projicirten Wärmespectrums aussetzte, und aus dem Austrocknen auf die Wärmewirkung schloss. Diese Erscheinung erklärt Melloni (Bemerkungen über eine neue thermographische Methode des Herrn Herschel und deren Anwendung auf das Sonnenspectrum, Compt. rend. 11. p. 141. Pogg. Ann. 51. p. 81.) durch die Absorption des Glases, aus welchem das Prisma bestand, analog der Wirkung eines Prisma aus farbigem Glase, welches einzelne Theile des leuchtenden Spectrums verlöscht *).

### C. Brechung der Wärme verschiedener Quellen.

Die Band I. Tafel II. Fig. 7 und 10 angedeuteten Versuche zeigen die Brechung der von erhitztem Kupfer und von einem mit heissem Wasser gefüllten Gefässe ausgehenden directen Wärme durch ein Steinsalzprisma von 60° und die totale Reflexion im Innern desselben (P. A. 35. 570.). Durch Messung des Winkels, unter welchem in demselben Steinsalzprisma für verschiedene Wärmequellen totale Reflexion eintritt, hat Forbes (P. A. 45. 456.) folgende Brechungs-Verhältnisse erhalten:

| | | | |
|---|---|---|---|
| Locatelli's | Lampe | direct . . . . . . | 1.571 |
| — | — | durch Alaun . . . | 1.598 |
| — | — | durch Fensterglas . . | 1.587 |
| — | — | durch opakes Glas . | 1.593 |
| — | — | durch opaken Glimmer | 1.583 |

*) Die Erscheinungen einer solchen Unterbrechung des leuchtenden Spectrums sieht man sehr schön, wenn man ein hohles Glasprisma mit Indigo-Auflösung füllt und eine schmale hell beleuchtete Spalte zuerst durch den Rand des Prisma's betrachtet und dann durch immer mächtigere Schichten der füllenden Flüssigkeit.

| | |
|---|---|
| Glühendes Platin direct . . . . . . . | 1.572 |
| — — durch Glas . . . . | 1.588 |
| — — durch opaken Glimmer | 1.584 |
| Messing bei 700° F. . . . . . . . . | 1.568 |
| — — — durch klaren Glimmer | 1.577 |
| Quecksilber bei 450° . . . . . . . . | 1.572 |
| Mittlere Lichtstrahlen . . . . . . . . | 1.602 |

### D. Reflexion der Wärmestrahlen verschiedener Quellen.

Metallspiegel verändern bei einfallendem weissen und farbigen Lichte nicht die Farbe desselben, das Verhältniss der verschiedenen Farben im reflectirten Licht ist also bei verminderter Intensität desselben doch dasselbe als im einfallenden. Prüft man nun die Verminderung directer Wärme durch Einschalten dünner Platten von Glimmer, Glas, Gyps und andern Körpern und stellt dieselben Versuche mit der von gut polirten Metallplatten reflectirten Wärme an, so findet man sowohl für die Oellampe als für glühendes Platina und geschwärztes Kupfer von 400° und 100° C. für diese reflectirte Wärme dieselben Verhältnisse der durchgelassenen Strahlen als für das directe. Die Strahlen verschiedener Wärmefärbung haben also dieselbe Reflexibilität. In dieser Beziehung ist also der Parallelismus des Lichtes und der Wärme ebenfalls vorhanden.

### E. Absorption verschiedener Wärmestrahlen durch athermane Körper.

Schwarze Körper erscheinen in jeder Beleuchtung dunkel, farbige Pigmente in gleichfarbigen Beleuchtungen hell, in andersfarbigen dunkel, weisse in allen Beleuchtungen hell. Schwarze Körper haben also die grösste Absorptionsfähigkeit für Licht, farbige eine auswählende, weisse die geringste. Die athermanen Körper, welche in allen Bestrahlungen die stärkste Absorption zeigen, sind also den schwarzen für das Licht zu vergleichen, die, welche in Bestrahlungen verschiedener Wärmequellen verschiedene Absorption zeigen, den farbigen für das Licht, endlich die, welche eine geringe, aber bei verschiedenen Bestrahlungen gleiche Absorption zeigen den weissen für das Licht. Melloni's Versuche ergeben

| | Locatelli's Lampe. | Glühendes Platin. | Kupfer v. 400° | Kupfer v. 100° |
|---|---|---|---|---|
| Kienruss | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Bleiweiss | 53 | 56 | 89 | 100 |
| Hausenblase | 52 | 54 | 64 | 91 |
| Tusche | 96 | 95 | 87 | 85 |
| Gummilack | 43 | 47 | 70 | 72 |
| Metallfläche | 14 | 13.5 | 13 | 13 |

Diese Versuche zeigen, dass schwarze Körper sich gleich verhalten für Licht und Wärme, metallische für Wärme wie weisse für Licht, hingegen weisse für Wärme wie farbige für das Licht. Die Resultate wurden dadurch erhalten, dass eine dünne Kupferscheibe, mit der zu untersuchenden Substanz überzogen, der Wärmequelle zugewandt wurde und mit ihrer berussten Hinterfläche gegen den Thermomultiplicator strahlte, dessen stationär gewordenes Maximum aufgezeichnet wurde. Aehnliche Resultate erhielt Melloni, indem er die identischen beiden Seiten eines Thermomultiplicators mit Russ und Bleiweiss anstrich, und sie abwechselnd einer Wärmequelle zuwandte, vor welcher verschiedene diathermane Substanzen eingeschaltet wurden. Auf diese Weise wurden folgende Werthe erhalten, die auf die schwarze Seite fallende Menge als 100 bezeichnet. (Pogg. Ann. 35. p. 545.)

| Schirm. | Absorption d. schwarzen Fläche. | Absorption d. weissen Fläche. |
|---|---|---|
| keiner | 100 | 80.5 |
| Steinsalz | — | 80.5 |
| Alaun | — | 42.9 |
| farbloses Glas | — | 54.2 |
| hellrothes — | — | 60.6 |
| dunkelrothes — | — | 77.8 |
| hellgelbes — | — | 55.5 |
| dunkelgelbes — | — | 63.6 |
| hellgrünes — | — | 67.4 |
| dunkelgrünes — | — | 70.5 |
| hellblaues — | — | 61.0 |
| dunkelblaues — | — | 66.9 |
| hellviolettes — | — | 67.6 |
| dunkelviolettes Glas | — | 76.7 |
| undurchsichtig schwarzes Glas | — | 84.6 |

Aehnliche Resultate hatte bereits Baden Powell *) erhalten, der mit den Strahlen von hellroth glühendem Eisen und einer Argandischen Lampe für ein schwarz und ein weiss angestrichenes Thermometer die Verhältnisse 100 : 78 und 100 : 72, nach Einschaltung einer Glasplatte hingegen 100 : 50 und 100 : 57 fand.

Mit den oben angeführten Thatsachen hängt die Beobachtung zusammen, dass bei Untersuchung der Wärme im Sonnenspectrum ein geschwärztes Thermometer die höchste Lage angiebt, ein weisses desto tiefer, je heller die Farbe ist, da von solchen Flächen die brechbaren Strahlen eine geringere Absorption erleiden als die weniger brechbaren **).

### F. Absorption in ihrer Abhängigkeit von der Dicke des Schirms.

Aus den bisherigen Versuchen ist entschieden hervorgegangen, dass die von einer Wärmequelle ausgesendeten Strahlen im Allgemeinen nicht gleichartig sind, dass sie sich vielmehr durch ihre Brechbarkeit und Absorptionsfähigkeit wesentlich von einander unterscheiden. So wie nun die Wärmequellen niederer Temperatur im Allgemeinen homogener sind, als die hoher Temperatur, so zeigt sich auch in den Erscheinungen aller leuchtenden Quellen eine grössere Homogenität, wenn sie Schichten eines diathermanen Körpers von einer gewissen Dicke durchdrungen haben. So wie weisses Licht, wenn es eine Glasplatte von rein rother Farbe durchstrahlt hat, nun in seinem weitern Verlauf nie mehr zu neuen Farben Veranlassung giebt, welchen Bedingungen des Versuches es auch unterworfen werde, sondern in allen Phönomenen eine Gesetzmässigkeit befolgt, deren Einfachheit man schon bei dichromatischer Beleuchtung vergeblich sucht, so reinigt auch der Durchgang der Wärmestrahlen durch eine Schicht eines diathermanen Körpers diese immer mehr von allem Heterogenen, und an der nun durchgelassenen Wärme sind die einfachen Bedingungen zu erkennen. Es ist daher klar, dass die Absorptions-Phänomene der Wärme durch Substanzen von bedeutender Dicke nicht von vorn herein eine einfache Gesetzmässigkeit zeigen werden, dass vielmehr in

*) Pogg. Ann. 71. 346.

**) Pogg. Ann. 51. p. 82.

den ersten Schichten ein ganz andrer Vorgang stattfindet, als in den darauf folgenden. Da nun das Homogenwerden in den ersten Schichten der Substanz durch eine desto stärkere Absorption bewirkt wird, je heterogener zusammengesetzt die auffallende Wärme ist, das Homogensein sich durch eine in den folgenden Schichten langsamer erfolgende Absorption ausspricht, so sieht man leicht ein, dass wenn man diese langsamere Absorption durch eine von der Dicke abhängige Formel darstellt, welche für bedeutende Dicken sich den Beobachtungen genau anschliesst, diese plötzlich bedeutende Abweichungen zeigen muss, wenn diese Dicken unter eine gewisse Grenze herabsinken. Bezeichnet nun $i$ die auf eine Platte fallende Wärmemenge, $r_{,}$ die von der Einheit dieser Wärme an der Vorderfläche reflectirte Menge, also $i\,(1-r_{,})$ die eintretende Menge, $\varphi\,(x)$ die Absorption in der Dicke $x$, d. h. $i\,(1-r_{,})\;\varphi\,(x)$, die Wärmemenge nach dem Durchgange durch die Schicht $x$, so wird, wenn man sich die Platte in Schichten von der Dicke $x_{,}$ $x_{,,}$ $x_{,,,}$ ... $x_n$ getheilt vorstellt,

$$i\,(1-r_{,})\;\varphi\,(x+x_{,}+\ldots x_n) = i\,(1-r_{,})\,(x)\;\varphi\,(x_{,})\;\varphi\,(x_{,,})$$

die an der Hinterfläche ankommende Wärme sein müssen, da auf die zweite Schicht die Wärme $i.\varphi\,(x)$ fällt, diese im Verhältniss $\varphi(x_{,})$ in der zweiten Schicht durch Absorption vermindert wird, also als $i\,(1-r_{,})\;\varphi\,(x)\;\varphi\,(x_{,})$ an der dritten Schicht ankommt u. s. f. Da nun der allgemeinen Bedingung:

$$\varphi\,(x)\;\varphi\,(x_{,})\;\varphi\,(x_{,,})\ldots\ldots\varphi\,(x_n) = \varphi\,(x+x_{,}+x_{,,}\ldots+x_n)$$

bei vollkommner Unabhängigkeit der einzelnen $x$ von einander nur durch die Annahme

$$\varphi\,(x) = a^x$$

wo $a$ eine von $x$ unabhängige Constante, genügt werden kann, so folgt, dass homogene Wärme nach einer gewissen geometrischen Reihe absorbirt werden muss, dass hingegen die Absorption heterogener Wärme nur durch Summirung einer Anzahl solcher verschiedener geometrischer Reihen dargestellt werden kann. Bezeichnet nun $r_{,,}$ die durch Reflexion von der Hinterfläche verloren gehende Wärmemenge, so wird, wenn die Reflexion gleichmässig für die verschiedenen homogenen Wärmemengen stattfindet, für jede derselben

$$i\,(1-r_{,})\,(1-r_{,,})\;a^x$$

die aus der Platte tretende Wärme sein. Die von einer heterogenen Wärmequelle auffallende Wärmemenge $i_{,}$ ist also die Summe

einer Anzahl Mengen $i_{,}$ $i_{,,}$ $i_{,,,}$ . . . homogener Wärmen, welche einzeln die Platte durchdringend die relativen Intensitäten

$$i_{,}\,(1-r_{,})\,(1-r_{,,})\,a_{,}^{x}$$
$$i_{,,}\,(1-r)\,(1-r_{,,})\,a_{,}^{x}$$
$$\vdots$$
$$i_{n}\,(1-r_{,})\,(1-r_{,,})\,a_{n}^{x}$$

geben würden. Man erhält also für die Intensität der austretenden heterogenen Wärme

$$i_{x} = (1-r_{,})\,(1-r_{,,})\,[i_{,}\,a_{,}^{x} + i_{,,}\,a_{,,}^{x} + i_{,,,}\,a_{,,,}^{x} + - i_{n}\,a_{n}^{x}]$$

Bei einem gewissen Werthe von $x$ hört für die physische Beobachtung auf, die austretende Wärme einer bestimmten Qualität bemerkbar zu werden; es wird also von da an das sie darstellende Glied vernachlässigt werden können, die in der Parenthese enthaltene Summe allmählig mit zunehmendem $x$ immer weniger Glieder enthalten. **Biot** hat die von **Melloni** erhaltenen Resultate durch drei Absorptionen darzustellen gesucht (Pogg. Ann. 39. 273.), indem er in der ersten, welche er **rasche** nennt, die Wärmestrahlen zusammenfasst, welche bei 1 oder 2 Millimeter Dicke ausgelöscht werden, in der zweiten, die er **mittlere** nennt, diese Grenze bis 7 oder 8 Millimeter erstreckt, und endlich unter **langsamer** die versteht, welche noch bei viel bedeutenderer Dicke deutliche Effecte der Wärmequelle wahrzunehmen gestattet. Wir verweisen in Beziehung auf die für die einzelnen Absorptionen und ihre Summirung gegebenen Formeln auf die Abhandlung, und theilen hier nur die directen Beobachtungen **Melloni's** nebst den Formeln mit, welche die Absorptionen in den höhern Schichten darstellen und durch die Grösse der Differenzen bei dünnen Schichten den Vorgang der Erscheinung anschaulich machen.

**Transmission des Glases von St. Gobain.**

1. Versuche.

| Dicke der Platten in Millim. | Lampenlicht. | glühendes Platin. | Kupfer bei 400° C. |
|---|---|---|---|
| 0.000 | 92.30 | 92.30 | 92.30 |
| 0.196 | 82.51 | — | — |
| 0.244 | 81.06 | — | — |
| 0.314 | 80.21 | — | — |
| 0.323 | — | 68.35 | 17.01 |
| 0.575 | 77.06 | 59.78 | 13.60 |
| 0.814 | 74,48 | 54.63 | 11.13 |
| 1.094 | 72.75 | 50.25 | 9.35 |

| Dicke der Platten in Millim. | Lampenlicht. | glühendes Platin. | Kupfer bei 400° C. |
|---|---|---|---|
| 1.600 | 70.00 | 45.23 | 6.30 |
| 1.974 | 68.17 | 43.50 | 5.07 |
| 2.097 | 67.83 | 42.51 | 4.75 |
| 2.666 | 66.13 | 39.43 | 3.43 |
| 2.877 | 65.48 | 38.62 | 3.10 |
| 4.121 | 63.34 | 35.23 | 2.02 |
| 5.640 | 61.34 | 32.45 | 1.38 |
| 6.230 | 60 66 | 31.52 | 1.25 |
| 8.274 | 59.00 | 29.17 | 1.15 |

Transmission des klaren Bergkrystalls.

| Dicke der Platten in Millim. | Lampenlicht. | glühendes Platin. | Kupfer bei 400° C. |
|---|---|---|---|
| 0.000 | 92.30 | 92.30 | 92.30 |
| 0.517 | 79.33 | 69.35 | 14.50 |
| 0.910 | — | 66.25 | 12.00 |
| 1.053 | — | 64.88 | 11.08 |
| 1.174 | 75.96 | 64.01 | 10.60 |
| 1.933 | 73.40 | 60.78 | 8.75 |
| 2.843 | 72.00 | 57.90 | 7.50 |
| 3.792 | 71.02 | 55.88 | 6.75 |
| 5.023 | 70.40 | 53.35 | 6.25 |
| 5 936 | 69.89 | 51.38 | 5.38 |
| 7.155 | 69.58 | 49.50 | 4.87 |
| 8.122 | 68.82 | 48.20 | 4.50 |

Transmission des Rauchtopas.

| Dicke der Platten in Millim. | Lampenlicht. | glühendes Platin. | Kupfer bei 400° C. |
|---|---|---|---|
| 0.000 | 92.30 | 92.30 | 92.30 |
| 0.364 | 82.96 | 71.25 | 17.50 |
| 1.238 | 77.16 | 63.55 | 10.97 |
| 1.705 | 75.84 | 61.12 | 9.90 |
| 2.010 | 75.21 | 60.37 | 9.10 |
| 3.478 | 72.34 | 56.25 | 7.42 |
| 4.468 | 70.77 | 53.62 | 6.67 |
| 86.000 | 59.02 | 35 00 | 0.65 |

Transmission des gereinigten Rüböls.

| Dicke der Platten in Mill. | Lampenlicht. | glühendes Platin |
|---|---|---|
| 0.000 | 92.30 | 92.30 |
| 0.397 | 67.53 | 35.64 |
| 0.743 | 53.53 | 27.54 |
| 1.278 | 44.35 | 19.92 |
| 2.412 | 33.09 | 15.29 |
| 3.485 | 29.01 | 12.67 |
| 4.621 | 26.58 | 11.20 |
| 5.773 | 24.10 | 10.21 |
| 6.812 | 22.73 | 9.21 |
| 8.490 | 21.25 | 7.94 |
| 11.598 | 20.75 | 6.57 |
| 50.000 | 12.50 | 2.12 |
| 100.000 | 8.08 | 1.24 |
| 150.000 | 6.05 | |
| 200.000 | 5.33 | |

Transmission des destillirten Wassers.

| Dicke d. Platten in Mm. | Lampen-licht. | Glühendes Platin. |
|---|---|---|
| 0.000 | 92.30 | 92.30 |
| 0.397 | 27.03 | 10.00 |
| 0.743 | 21.94 | 7.20 |
| 1.278 | 17.38 | 4.45 |
| 2.412 | 12.62 | 2.55 |
| 3.485 | 10.47 | 1.67 |
| 4.621 | 9.42 | 1.28 |
| 5.773 | 8.71 | 1.02 |
| 6.812 | 8.46 | 0.82 |
| 8.490 | 7.91 | 0.45 |
| 11.598 | 7.63 | Spuren. |
| 50.000 | 2.39 | 0 |
| 100.000 | 1.28 | 0 |
| 150.000 | 0.71 | 0 |

Strahlung der Locatellischen Lampe.

2) Formeln.

für Glas $Z_x = \frac{233.413 + 51.788x}{x + 2.94118}$

$$= 79.360 - \frac{27.572x}{x + 2.94118}$$

$$\text{für Bergkrystall } Z_x = \frac{10.8667 + 67.9976x}{x}$$

$$= 67.9967 + \frac{10.8667}{x}$$

$$\text{für Rüböl } Z_x = \frac{65.291 + 16.05x}{x + 0.75}$$

$$\text{für Wasser } Z_x = \frac{12.9775 + 6.515x}{x}$$

$$= 6.515 + \frac{12.9775}{x}$$

**Strahlung des glühenden Platin.**

$$\text{für Glas } Z_x = \frac{155.18 + 19.526x}{x + 2.5}$$

$$= 19.526 + \frac{106.365}{x + 2.5}$$

$$\text{für klaren Bergkrystall } Z_x = \frac{491.142 + 29.213x}{x + 7}$$

$$= 29.213 + \frac{286.651}{x + 7}$$

**Strahlung des bis 400° C. erhitzten Kupfers.**

$$\text{für Glas } Z_x = \frac{8.747}{x}$$

$$\text{für klaren Bergkrystall } Z_x = \frac{31.25293 + 1.7762x}{x + 1.9}$$

Die Abweichungen der berechneten und beobachteten Werthe in den folgenden Tafeln enthalten.

Strahlung der Locatellischen Lampe.

| | Glas. | Bergkrystall. | Rüböl. | Wasser. |
|---|---|---|---|---|
| 0. | + 12.64 | | + 5.246 | |
| 0.25 | + 3.9 | | | |
| 0.5 | + 2.09 | | + 5.349 | |
| 1.0 | + 0.94 | + 2.10 | + 1.822 | — 0.16 |
| 1.5 | + 0.17 | + 0.48 | + 1.284 | |
| 2.0 | + 0.00 | + 0.10 | + 0,648 | + 0.80 |
| 2.5 | — | — 0.12 | | |
| 3.0 | — 0,14 | — 0.17 | + 0.302 | + 0.59 |
| 4.0 | — 0.07 | — 0.08 | + 0.492 | + 0.27 |
| 5.0 | 0.00 | — 0.02 | + 0.342 | + 0.06 |
| 6.0 | — 0.01 | + 0.02 | — 0.086 | — 0.12 |
| 7.0 | 0.00 | + 0.06 | — 0.318 | — 0.14 |
| 7.0 | 0.00 | + 0.02 | — 0.432 | — 0.14 |
| 9.0 | | | — 0.308 | — 0.13 |
| 10.0 | | | — 0.050 | — 0.08 |
| 11.0 | | | + 0.272 | — 0.02 |

Strahlung des glühenden Platin.

| | Glas. | Berg-krystall. |
|---|---|---|
| 0.0 | + 30.23 | + 22.137 |
| 0.5 | + 7.39 | |
| 1.0 | + 1.10 | + 0.056 |
| 1,5 | + 0.27 | |
| 2.0 | — 0.08 | — 0. 51 |
| 3.0 | — 0.28 | — 0.328 |
| 4.0 | + 0.20 | + 0.028 |
| 5.0 | + 0.55 | + 0.200 |
| 6.0 | + 0.55 | + 0.137 |
| 7.0 | + 0.36 | + 0.276 |
| 8.0 | + 2.23 | + 0.077 |

Strahlung des bis 400° C. erhitzten Kupfers.

| | Glas. | Berg-krystall. |
|---|---|---|
| 0. | | + 75.85 |
| 0.5 | — 3.09 | + 1.31 |
| 1. | + 1.15 | — 0.14 |
| 1.5 | + 0.85 | — 0.28 |
| 2. | + 0.58 | — 0.25 |
| 3. | — 0 07 | — 0.17 |
| 4. | — 0.16 | + 0.10 |
| 5. | — 0.25 | + 0.25 |
| 6. | — 0.11 | + 0.07 |
| 7. | + 0.03 | + 0.02 |
| 8. | + 0.03 | — 0.04 |

## G. Polarisation der strahlenden Wärme.

### 1. Polarisation durch wiederholte einfache Brechung und durch Spiegelung.

Jeder das Licht polarisirende Apparat zerfällt bekanntlich in zwei Theile, eine polarisende und eine analysirende Vorrichtung, welche aber auch vollkommen unter einander übereinstimmen können, da die Mittel, durch welche unpolarisirtes Licht in polarisirtes verwandelt wird, dieselben sind als die, durch welche beide von einander unterschieden werden. Die zur geradlinigen Polarisation des Lichtes angewendeten Mittel sind:

1. Reflexion unter bestimmten Winkeln von nicht metallischen Spiegeln.
2. Brechung in parallelen durchsichtigen Platten unter sehr schiefer Incidenz.
3. Doppelbrechung, wo eins der Bilder durch Absorption, wie bei Turmalinen, oder durch Spiegelung, wie bei den Nicolschen Prismen, weggeschafft wird.

Man hat längst gefunden, dass nicht alle Polarisationserscheinungen mit demselben Apparate sich gleich gut darstellen lassen; dass besonders Spiegelapparate sehr ungenügend wirken, wenn wegen Nähe der Lichtquelle auf den Polarisationsspiegel Strahlen unter merklich verschiedenen Winkeln fallen.

Diese Polarisationsapparate waren aber die ersten und daher wandte Bérard sie zur Untersuchung der Frage an, ob Wärme polarisirt werden könne *). Seine Versuche wurden von Erman **) in Beziehung auf solare Wärme, auf die Wärme einer Argandischen Lampe im Glascylinder und in Beziehung auf die dunkeln Wärmestrahlen einer Argandischen Lampe in metallener Röhre bestätigt. Hingegen erhielten weder Baden Powell ***) noch Nobili †) Polarisationserscheinungen durch Reflexion. Mel-

*) Mémoires d'Arcueil III. p. 5.

**) Ueber die Frage, ob polarisirte Strahlen eine Glasfläche durch Absorption mehr erwärmen als nicht polarisirte? Abh. der Berl. Akad. [illegible]9. p. 404.

***) Edinburgh Journ. of Science N. S. vol. 6 und vol. 10. Pogg. Ann. 21. p. 311.

†) Bibliothèque universelle 57. p. 1. Pogg. Ann. 36. p. 531.

loni*) wändte daher das dritte Verfahren an, er untersuchte nämlich, ob die Strahlen einer constanten Wärmequelle in gleicher Menge durch gekreuzte Turmaline als durch parallele hindurchgehen, und fand diess anfänglich. Endlich versuchte Forbes**) vermittelst der zweiten Methode die Wärme zu polarisiren und diess gelang ihm durch eine Reihe paralleler Glimmerblättchen, welche so auf einander gelegt wurden, als sie bei ihrem natürlichen Zusammenhange gelegen hatten. Den Einfluss der Neigung und Anzahl der Blättchen auf die relative Menge der polarisirten Wärme zeigt folgende Tafel von Melloni (Pogg. Ann. 43. p. 38—41.):

| Neigung der Säulen gegen die Strahlen. | Von 100 bei dem Parallelism. der Säulen durchgel. Strahlen polarisirt bei | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 3 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 Blättch. |
| 45° | 8.08 | 22.06 | 43.73 | 61.01 | 68.53 | 77.32 | 83.72 | 88.24 |
| 43 | 11.87 | 26.46 | 49.77 | 66.87 | 73.20 | 81.26 | 87.01 | 90.95 |
| 41 | 15.87 | 31.56 | 55.95 | 72.82 | 77.74 | 84.81 | 90.04 | 93.03 |
| 39 | 19.84 | 36.31 | 61.56 | 78.03 | 82.01 | 87.72 | 92.25 | 94.35 |
| 37 | 23.85 | 41.03 | 66.86 | 82.51 | 85.01 | 90.33 | 93.68 | 94.97 |
| 35 | 27.77 | 45.61 | 71.84 | 86.30 | 88.53 | 92.47 | 94.79 | 95.07 |
| 33 | 31.87 | 50.49 | 76.34 | 89.29 | 90.75 | 93.93 | 95.09 | 95.11 |
| 31 | 35.76 | 54.39 | 80.33 | 91.31 | 92.51 | 94.73 | 95.11 | 95.06 |
| 29 | 39.73 | 58.59 | 83.61 | 92.67 | 93.88 | 95.05 | 95.16 | 95.09 |
| 27 | 43.81 | 62.62 | 86.60 | 93.53 | 94.64 | 95.06 | 95.15 | 95.12 |
| 25 | 47.73 | 66.51 | 89.24 | 94.04 | 94.89 | 95.03 | 95.18 | 95.06 |
| 33 | 51.89 | 70.24 | 91.09 | 94.31 | 95.04 | 95.02 | 95.08 | 94.99 |
| 21 | 55.72 | 73.83 | | | | | | |
| 19 | 59.60 | 77.37 | | | | | | |
| 17 | 63.55 | 80.60 | | | | | | |

woraus folgt:

1. Der Antheil der von den Säulen polarisirten Wärme ist desto grösser, je kleiner der Winkel ist, unter welchem die Strahlen die Oberfläche der Säule treffen.
2. Mit Säulen von einer hinlänglichen Anzahl Blättchen erreicht die Wärmepolarisation bei einem gewissen Neigungswinkel ein Maximum, und auf diesem bleibt sie bei allen kleineren Neigungen, welche die Strahlen successiv mit den Blättchen machen können.
3. Die Neigung gegen die Flächen, bei welcher das unveränderliche Maximum eintrifft, nimmt zu mit der Anzahl der Blättchen.

*) Annales de Chim. et de Ph. 55. p. 375. Pogg. Ann. 35. p. 553

**) Edinburgh Transactions vol. 13. p. 148.

Das erreichte Polarisationsmaximum würde wahrscheinlich bei vollkommenem Parallelismus des Hauptschnittes der Glimmerblättchen 100 gewesen sein. Dass dieser Parallelismus nicht vollständig erreicht war, zeigten die bei dem Hindurchsehen merkbaren Depolarisationsfarben.

Bei dem Parallelismus der Refractionsebenen zeigte sich am analysirenden Bündel starke Reflexion, bei gekreuzten Refractionsebenen war die am analysirenden Bündel wahrnehmbare reflectirte Wärme hingegen kaum merkbar. Die im letztern Falle hinter dem analysirenden Bündel nicht wahrnehmbare Wärme ist also von diesem nicht absorbirt, sondern reflectirt.

Einfache Brechung giebt bekanntlich nur theilweise polarisirtes Licht, was man sich bestehend denken kann aus unpolarisirtem und polarisirtem Lichte. Unpolarisirtes Licht wird von einem Bündel durchsichtiger Scheiben unter senkrechter Incidenz in Maximo durchgelassen, und die durchgelassene Menge nimmt ab, je schräger die Lichtstrahlen auf die Blättchen fallen, auch abgesehen von der Absorption wegen der starken Reflexion. Polarisirtes Licht wird hingegen in Maximo durchgelassen, wenn das in der Refractionsebene polarisirte Licht unter dem Polarisationswinkel auf ein Bündel fällt, das für sich diess Licht vollständig polarisiren würde. Theilweise polarisirtes Licht wird also nach zwei verschiedenen Gesetzen am Durchgang gehindert und das dabei erhaltene Maximum kann nur mit dem Polarisations-Maximum übereinstimmen, wenn angenommen werden darf, dass das einfallende Licht bereits ganz polarisirt sei. Diess auf die Wärme angewendet, finden sich nun als absolute Menge nach Melloni's Messungen (Pogg. Ann. 43. p. 259.) folgende in Graden des Galvanometers ausgedrückte Werthe:

| Neig. d. Blättch. geg. d. Strahlen. | Wärmedurchgang bei 20 | 60 | 120 Bl. |
|---|---|---|---|
| 35° | 37.°34 | 35.°97 | 31.°86 |
| 34°30′ | 37. 42 | 36. 48 | 32. 71 |
| 34° | 37. 46 | 36. 87 | 33. 07 |
| 33°30′ | 37. 39 | 37. 10 | 33. 29 |
| 33° | 37. 09 | 36. 82 | 33. 02 |

Man sieht aus der frühern Tafel, dass bei 35 Blättchen unter
33* das Polarisations-Maximum nahe erreicht ist, bei 60 und 120

Blättchen muss diess noch mehr der Fall seyn: das in der jetzigen Tafel erhaltene absolute Maximum der durchgelassenen Wärme ist hier bei 33° 30′ Incidenz, dem Polarisationswinkel des Glimmers für Licht. Daraus geht demnach hervor:

Wärme wird unter demselben Winkel durch Reflexion vollständig polarisirt, unter welchem Licht polarisirt wird.

Forbes hat zur Bestimmung des Polarisationswinkels ein anderes Verfahren angewendet. Fällt im Azimuth + 45° polarisirtes Licht auf einen spiegelnden Körper unter einem grösseren Winkel ein als der Polarisationswinkel, so ist das Licht nach der Reflexion in einer andern Ebene im Azimuth + $x$ polarisirt; ist hingegen der Einfallswinkel kleiner, im Azimuth — $x$ und $x$ ist = o, wenn der Einfallswinkel der Polarisationswinkel selbst. Aus dem Uebergange des positiven in das negative Azimuth fand Forbes ebenfalls 33° für dunkle Wärme und 31° für rothes Licht (Edinb. Tr. 13. p. 467.).

2. Drehung der Polarisationsebene.

Schaltet man zwischen den Polarisationsspiegeln mit zusammenfallenden Polarisationsebenen ein Glimmerblättchen ein, dessen Hauptschnitt im Azimuth 45° liegt, so wird die Helligkeit auf dem analysirenden Spiegel von 1 auf $\frac{1}{x}$ vermindert, bei gekreuzten Reflexionsebenen von 0 auf $\frac{1}{x}$ erhöht, in beiden Fällen also gleich. In dieser Beziehung fand Forbes (Edinb. Tr. 13. p. 163.):

| | bei parallel. Refr.-Ebenen | bei gekreuzt. Refr.-Ebenen |
|---|---|---|
| Quecksilber v. 280° C | — 0.°23 | + 0.°26 |
| Kupfer von 400° C | — 0. 517 | + 0. 545 |
| Glühendes Platin | — 2. 18 | + 2. 32 |
| Argandsche Lampe | — 1. 43 | + 1. 37 |

also freilich sehr schwache Veränderungen, aber im verlangten Sinne. Durch einen besser construirten Apparat erhielt hingegen Melloni (Pogg. Ann. 43. p. 276.):

| Aus schwarzem Glase austretend von einer | bei parallelen Refr.-Ebenen | bei gekreuzten Refr.-Ebenen |
|---|---|---|
| Argandschen Lampe | — 29°.32 | + 29°.37 |
| Locatelli Lampe | — 27°.51 | + 27°.56 |
| Glühendem Platin | — 31°.19 | + 31°.51 |

Ganz dem vorigen analoge Resultate erhält man mit gespiegelter Wärme. Lässt man nämlich aus dunkelm Glase austretende Wärme unter dem Polarisationswinkel auf eine Glas- oder Glimmerfläche fallen, deren Reflexionsebene horizontal liegt, und ehe sie auf den analysirenden Spiegel fällt, durch ein lothrechtes Glimmerblättchen gehen, so durchläuft die Nadel des Galvanometers nach der zweiten Reflexion Bogen von 20—25°, wenn der Hauptschnitt des Glimmerblättchen aus dem Azimuth 0°. in das ± 45° gebracht wird.

Alle bisher angeführten Resultate sind vollkommen unabhängig von der Natur der Wärmequelle, d. h. die Polarisationsmaxima erscheinen bei verschiedenen Quellen unter derselben Neigung für eine bestimmte Anzahl Blättchen, auch erfolgt die Drehung der Polarisationsebene durch ein eingeschaltetes Glimmerblättchen in gleicher Weise. Die stärksten Wirkungen bei dunkler Wärme erhält man durch schwarzes Glas, dessen Diathermansie mit dem des Glimmers nahe übereinstimmt.

3. Depolarisations-Farben der strahlenden Wärme nicht wahrnehmbar.

Betrachtet man ein dickeres Glimmerblatt oder ein Gypsblättchen, dessen Hauptschnitt mit der Reflexionsebene des Polarisationsspiegels einen Winkel von 45° macht, in dem analysirenden Spiegel, so ist die bei paralleler Stellung der Spiegel gesehene Farbe complementar zu der bei gekreuzter Lage wahrgenommenen. Sind sie z. B. roth und grün, so ist durch ein rothes Glas das Bild in der einen Stellung sichtbar, während es in der andern verschwindet. Diese aus den Interferenzgesetzen unmittelbar folgende Erscheinung würde im Gebiete der strahlenden Wärme ihr Analogon haben, wenn die aus den parallelen oder gekreuzten Bündeln, zwischen denen jenes Blättchen eingeschaltet worden, austretende Wärme eine verschiedene Diathermansie zeigte. Diess ist aber nicht der Fall.

4. Drehung der Polarisationsebene im Bergkrystall.

Fällt homogenes, geradlinig polarisirtes Licht auf eine senkrecht auf die Achse geschnittene Bergkrystallplatte lothrecht ein, so ist die Polarisationsebene des austretenden Lichtes, je nachdem die Platte einem rechts oder links gewundenen Individuum angehört, rechts oder links gedreht. Die Drehung der Polarisationsebene ist für verschiedene Farben verschieden, aber proportional

der Dicke der Platte, und zwar drehen bei gleicher Dicke rechts gewundene Bergkrystalle so weit rechts als links gewundene links, heben daher hintereinandergelegt ihre Wirkung auf. Fällt weisses Licht ein, so sind die Polarisationsebenen seiner homogenen Bestandtheile daher über eine Ebene zerstreut und erzeugen deswegen bei verschiedener Dicke verschiedene Depolarisationsfarben, die bei einer bestimmten Dicke wieder weiss werden können. Biot und Melloni *) fanden nun für die durchgelassene Wärme folgende Werthe am Galvanometer

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| durch die gekreuzten Glimmersäulen für sich . . . | | | | 7.°50 |
| hinter denselben eine Bergkrystallplatte 7.5 Mm. dick | | | | 6.°35 |
| hinter denselben 2 Platten jede 7.5 Mm dick . . . | | | | 5.80 |
| zwischen denselben 1 rechtsdrehende Platte . . . . | | | | 12.80 |
| — | — | 2 | — 7.5 u. 5 Mm. dick | 15.55 |
| — | — | 1 | — 41 Mm. dick . . | 23.19 |
| — | — | 1 rechts und 1 links drehende Platte jede 7.5 Mm. dick . . . . . | | 8.40 |

Wärme aus schwarzem Glase erschien homogener, aber es wurde die Ablenkung nicht gemessen.

5. Circularpolarisation durch zweimalige totale innere Reflexion.

Früher als die eben angeführten Versuche angestellt wurden, liess Forbes**) polarisirtes Licht im Azimuth 0° und ± 45° im Innern eines Rhomboeder von Steinsalz total reflectiren und fand im erstern Falle dieselben Ergebnisse, als wenn das Rhomboeder nicht eingeschaltet war, nämlich das Verhältniss der durchgelassenen Wärme bei parallelen Säulen zu der bei gekreuzten wie 100 : 50, bei dem im Azimuth ± 45° polarisirten Licht hingegen im ersten Falle 100, im zweiten 85, also nahe gleich. Die leuchtende Wärme eines glühenden Platins sowohl als die dunkle des bis 700° F. erhitzten Messings ist also der Circularpolarisation fähig.

6. Reflexion strahlender Wärme unter verschiedener Incidenz.

Da man unpolarisirtes Licht als zusammengesetzt sich vorstellen kann aus zwei gleichen Antheilen rechtwinklig auf einander polarisirten Lichtes, dessen Ebenen mit der Einfallsebene die Win-

*) Compte rendu No. 8. p. 194. Pogg. Ann. 38. p. 202.
**) Edinb. Trans. 13. p. 469.

kel + 45° und — 45° machen mögen, so hat Fresnel auf diese Betrachtung seine Intensitätsformel gegründet, welche durch Brewster's Messungen der Ablenkung der Polarisationsebene bei verschiedenen Incidenzen unter dem Azimuth von 45° eine weitere empirische Begründung erhalten hat und aber durch Potter's photometrische Messungen nicht bestätigt worden ist. Forbes *) hat analoge Versuche für strahlende Wärme angestellt und hat bei Reflexion von der Vorderfläche eines Glases und bei Reflexion von Stahl- und Silberplatten ein grösseres Anschliessen an Fresnel's Intensitätsformel erhalten, als photometrische Messungen für Licht irgend bisher ergeben haben.

Lässt man unter gleichem Winkel von verschiedenen gut polirten Körpern Wärme reflectiren, so ist nach Forbes die Reihenfolge derselben folgende **):

Polirtes Spiegelmetal.
Glimmer in dünne Blättchen gespalten.
Glimmer über glühende Kohlen aufgeblättert.
Dickes Glimmerblatt.
Steinsalz dünn überfirnisst.
{ Polirtes Steinsalz.
{ Glas.
{ Alaun.

7. Polarisation durch Turmaline.

Schleift man aus einem Turmalinkrystalle ein Prisma von sehr kleinem Winkel, dessen Kante parallel der Achse des Krystalles ist, so sieht man die unmittelbar an der Kante noch nahe gleich hellen, durch Doppelbrechung entstandenen Bilder bei dem Durchblicken durch dickere Schichten sich an Intensität immer mehr unterscheiden, so dass, während das eine seine Helligkeit fast unverändert beibehält, das andere zuletzt vollkommen verschwindet. Da nun die Absorptions-Erscheinungen für Licht ganz anders sich gestalten als für Wärme, so ist von vorn herein gar nicht nothwendig, dass die für Licht dichroitischen Krystalle es auch für Wärme seien. Es wäre daher zu wünschen, dass man in dieser Beziehung andere doppelbrechende Körper untersuchte, um zu prü-

*) Memorandum on the intensity of reflected light and heat (Proceedings of the Edinb. Soc. March. 18. 1839.)
**) Edinb. Trans. 13. p. 362.

fen, ob der Achse parallel geschliffene Platten gekreuzt eine geringere Durchwärmigkeit zeigen als parallel auf einander gelegt. Es wäre aber wohl möglich, dass andere doppelt brechende Körper dieselbe Rolle für Wärme spielen als Turmalin für das Licht.

Dass Turmaline sich nicht gleich für Wärme und für Licht verhalten, zeigt die folgende Tafel, in welcher alle Paare gleich gut Licht polarisirten, hingegen sehr ungleich die Wärme, unter Polarisations-Index verstanden, wieviel von 100 bei paralleler Stellung durchgelassenen Wärmestrahlen bei Kreuzung der Platten verschwinden. (Pogg. Ann. 39. p. 13.)

| Strahlen der Locatellischen Lampe gehen durch 2 Turmaline, deren Farbe | bei parallel. Axen | bei gekreuzt. Axen | Polarisations index |
|---|---|---|---|
| No. 1 Dunkelgrün | 27.50 | 26.48 | 3.71 |
| 2 Bläulichgrün | 26.51 | 24.60 | 7.20 |
| 3 Blaugrün | 29.40 | 26.90 | 8.50 |
| 4 Gelblichgr. | 28.51 | 25.89 | 9.19 |
| 5 Gelblichgr. | 30.18 | 26.77 | 11.30 |
| 6 Gelbgrün | 29.07 | 25.61 | 11.90 |
| 7 Röthlichbr. | 26.62 | 21.88 | 17.72 |
| 8 Schmutz. Viol. | 27.67 | 22.00 | 20.48 |
| 9 Fahlgelb | 28.37 | 22.16 | 21.89 |

Im Allgemeinen sind Turmaline wenig diatherman. Es fragt sich, ob sie für Wärme verschiedener Quellen ungleiche Polarisationskräfte zeigen. Diess geht aus folgenden beiden Tafeln hervor, aus welchen ersichtlich ist, dass die Reihe der Substanzen für verschiedene Turmaline eine verschiedene wird. (Pogg. Ann. 39. p. 15 u. p. 21.)

| Turmalinen aufgestellte Substanz. | Dicke | bei parall. Axen | bei gekreuzt. Axen | Polarisat. index |
|---|---|---|---|---|
| | 0.00 | 15.06 | 11.76 | 21.91 |
| blos | 1.85 | 15.53 | 12.15 | 21.79 |
| h | 1.80 | 14.54 | 11.40 | 21.57 |
| nge | 1.87 | 14.93 | 11.66 | 21.90 |
| b | 1.79 | 15.45 | 12.07 | 21.89 |
| n | 1.83 | 15.24 | 11.92 | 21.78 |
| igo | 1.78 | 14.99 | 11.74 | 21.68 |
| lett | 1.81 | 14.59 | 11.39 | 21.92 |
| ulichgrün | 0.74 | 14.74 | 13.86 | 5.95 |
| ulichgrün | 1.93 | 15.02 | 14.62 | 2.76 |
| w. undurchs. | 0.81 | 15.21 | 14.55 | 4.35 |
| w. undurchs. | 1.98 | 15.42 | 15.19 | 1.51 |
| path | 2.60 | 14.83 | 11.52 | 22.30 |
| | 2.71 | 14.71 | 9.18 | 37.63 |
| | 8.49 | 14.72 | 9.05 | 38.50 |
| r. Kali Natr. | 2.50 | 15.08 | 8.26 | 45.21 |
| Kochsalz Lös. | 8.49 | 15.16 | 5.06 | 66.60 |
| Alaun — | 8.49 | 15.22 | 5.08 | 66.63 |
| Veinsäure — | 8.49 | 15.08 | 5.04 | 66.59 |
| Veinsäure — | 0.74 | 14.72 | 9.38 | 36.31 |
| es Wasser | 8.49 | 14.55 | 4.85 | 66.67 |
| es Wasser | 0.74 | 14.92 | 9.50 | 36.27 |
| n | 3.08 | 14.94 | 7.29 | 51.23 |
| | 2.58 | 14.73 | 0.52 | 95.81 |

| Turmalinen ngeschattete bstanz. | Dicke | bei parall. Axen | bei gekreuzt. Axen | Polarisat. index |
|---|---|---|---|---|
| | 0.00 | 17.11 | 13.15 | 11.35 |
| grünes Glas | 1.93 | 17.65 | 13.49 | 11.83 |
| . schw. — | 1.98 | 17.10 | 13.05 | 11.94 |
| ath | 2.60 | 17.33 | 13.21 | 12.07 |
| | 8.49 | 17.52 | 12.80 | 15.65 |
| | 2.71 | 17.76 | 12.63 | 17.91 |
| Glas | 1.85 | 17.27 | 14.11 | 6.46 |
| Glas | 8.27 | 17.81 | 14.79 | 4.17 |
| — | 1.80 | 17.49 | 14.17 | 6.53 |
| — | 1.87 | 16.91 | 13.69 | 6.70 |
| — | 1.79 | 17.22 | 14.00 | 6.15 |
| — | 1.83 | 16.87 | 13.73 | 6.20 |
| — | 1.78 | 16.98 | 13.78 | 6.44 |
| — | 1.81 | 17.30 | 14.06 | 6.29 |

gleiche Abhängigkeit zeigt sich, wenn der Unterschied llenden Wärme nicht durch eine vor den Turmalinen einte Platte, sondern unmittelbar durch eine verschiedene uelle hervorgebracht wird. (Pogg. Ann. 39. p. 24.)

### Polarisationsindex für directe Strahlen.

| Turmaline | Argandische Lampe mit Glasröhre | Locatellis Lampe. | glühendes Platin | bis 400 C erhitztes Kupfer |
|---|---|---|---|---|
| No. 1 dunkelgrün | 0.37 | 3.71 | 5.27 | 0.59 |
| — 5 gelblichgrün | 5.33 | 11.30 | 13 89 | 3.22 |
| — 8 schmtzg. violett | 24.50 | 20.48 | 17.20 | 2.30 |
| — 9 fahlgelb | 26.21 | 21.89 | 18.16 | 2.98 |

Geht aus den angeführten Versuchen entschieden hervor, dass Wärme verschiedener Qualität ungleich polarisirt wird durch dieselben Turmaline, und suchen wir zu dieser Erscheinung einen Parallelismus in der Lichtlehre, so ist es mir auffallend, dass ich nirgends als Beispiel die eigentlich dichroitischen Krystalle angeführt finde. Betrachtet man eine Lichtflamme durch zwei parallele Dichroitplatten, so sieht man ihre Farbe und Helligkeit wenig verändert, kreuzt man die Platten, so sieht man ein intensives Blau. Denken wir uns also eine gelbe und eine blaue Flamme neben einander durch parallele und gekreuzte Dichroite betrachtet, so würden wir für die erste einen bedeutenden, für die letztere einen geringen Polarisationsindex erhalten. Es wäre daher wünschenswerth, dass die, welchen genaue Apparate für Thermoelectricität zur Hand sind, in dieser Beziehung überhaupt die dichroitischen Krystalle prüften. Zunächst können wir uns die Polarisationserscheinungen der Wärme durch Turmaline dadurch anschaulich machen, dass wir sagen: Turmaline wirken für Wärme wie Dichroite für das Licht.

Uebrigens mag schliesslich hier bemerkt werden, dass Forbes die Polarisation der Wärme durch Turmaline zuerst nachgewiesen hat *).

Forbes hat ausserdem gefunden, dass wenn man die Wärme durch Säulen dünner Glimmerblättchen polarisirt, dadurch erhalten, dass man ein dickeres Glimmerblättchen über heissen Kohlen sich aufblättern lässt, ebenfalls der Polarisationsindex für Wärme verschiedener Qualität verschieden ist. Er sieht also diese verschiedene Polarisirbarkeit verschiedener Wärmequellen als eine der Wärme, nicht den Apparaten angehörige Thatsache an, als einen Unterschied in den sonst stets parallel gehenden Phänomenen bei-

*) Edinb. Trans. 13. p. 213.

der Gebiete, während **Melloni** hingegen zu beweisen sucht, dass nur die Apparate diesen Unterschied erzeugen, dieser also kein wesentlicher, sondern nur scheinbarer sei. **Forbes** fand III. Ser. pag. 5.

| | Von 100 Strahlen polarisirt |
|---|---|
| Argandische Lampe . . . . . . | 78 |
| Locatelli-Lampe . . . . . . . | 75—77 |
| Glühendes Platin . . . . . . . | 74—76 |
| wenn 0.″06 dickes Glas dazwischen eingeschaltet | 80—82 |
| Alcoholflamme . . . . . . . . | 78 |
| Messing bei 700° F. . . . . . | 66.6 |
| wenn 0.″016 dicker Glimmer eingeschaltet . . | 80 |
| Quecksilber im Tiegel bis 410° . . | 48 |
| Kochend Wasser . . . . . . . | 44 |

Dagegen fand **Melloni**, wenn er von demselben Glimmer zwei Polarisationsapparate construirte, einen mit glatten Flächen, den andern mit geritzten Blättchen *)

| Wärmequelle. | Polarisationsindex bei glatten Flächen. | bei geritzten Flächen. |
|---|---|---|
| Metall bei 400° | 50° | 37 |
| Locatelli's Lampe | 50 | 46 |
| mit Glas | 50 | 49 |

und nimmt daher an, dass durch Aufblättern des Glimmers auf glühenden Kohlen dieser in einen ähnlichen Zustand versetzt werde als durch absichtliches Ritzen. Die Anwendung des aufgeblätterten Glimmers bei Strahlungsversuchen, die keine Polarisation bezwecken, gewährt aber nach **Forbes** den Vortheil, dass er dunkele Wärme in grösserem Verhältniss hindurchlässt, als Strahlen von Quellen hoher Temperatur, wofür später **Melloni** berusstes Steinsalz einführte (IV. Series pag. 6.).

## II. Diffusion der Wärme.

### 1. Diffusion diathermaner Körper.

Fallen die Strahlen einer Lampe von constantem Niveau, nachdem sie durch eine Convexlinse parallel gemacht, durch zwei gleich

*) Pogg. Ann. 53. p. 56.

grosse Oeffnungen, die in gleicher Höhe in zwei parallelen Schirmen angebracht sind auf einer Thermosäule, so werden sie vermittelst derselben eine constante Ablenkung des Galvanometers hervorbringen. Diese constante Ablenkung wird durch eine polirte Glasplatte um eine bestimmte Grösse vermindert, aber diese Verminderung wird dieselbe bleiben, ob die Glasplatte zwischen den Schirmen von der hintersten Oeffnung entfernt oder ihr genähert wird, da das Hin- und Herbewegen derselben den Parallelismus der Strahlen nicht stört, sondern nur eine unverändert bleibende Menge derselben aufhebt. Vertauscht man aber die Glasplatte mit einer mattgeschliffenen, so nimmt die Ablenkung der Magnetnadel sogleich zu, so wie sie sich der hintern Oeffnung nähert. Dass diese Wirkung nicht von der eignen Erwärmung der Glasplatte abhängt, geht daraus hervor, dass die Ablenkung nur um einige Grade abnimmt, wenn man zwischen die matte Glasplatte und die Thermosäule eine durchsichtige Glasplatte einschaltet, die bekanntlich Strahlen von Wärmequellen so niederer Temperatur fast vollständig aufhebt. Diess ist nach Melloni also der Beweis einer entschiedenen Diffusion. Für Strahlen niederer Wärmequellen kann der Einfluss der Mattheit der Oberfläche nur am Steinsalz untersucht werden, da andere Substanzen diese Strahlen auffangen. Kupfer 400° C. warm zeigte, wenn eine matte Steinsalzplatte zwischen den Schirmen hin und her bewegt wurde, nur $\frac{1}{23}$ Unterschied, wenn unter gleichen Umständen im vorigen Versuch derselbe $\frac{1}{4}$ betrug. Berusstes Steinsalz keinen. Mattes Steinsalz zeigt also geringe Diffusion, berusstes gar keine (Pogg. Ann. 53. p. 47.).

Eine grosse Anzahl Versuche mit diathermanen Platten, welche gitterförmig geritzt, matt gerieben oder mit Pulver bedeckt waren, hat Forbes in der IV. Series seiner Untersuchungen mitgetheilt und die dadurch entstehenden Wirkungen mit den Interferenzphänomenen dioptrischer Gitter parallelisirt. Es muss in Bezug auf das Detail dieser Versuche auf die Abhandlung verwiesen werden.

2. Diffusion athermaner Substanzen.

Wärme, welche nicht gespiegelt oder gebrochen wird, kann nur absorbirt und zerstreut werden. Es ist früher schon (p. 345.) angeführt worden, dass in Beziehung auf Absorption der Strahlen verschiedener Wärmequellen immer Kienruss die stärkste Absorption zeigt. Auch verändert sich diese Stelle des Kienruss nicht.

wenn ein diathermaner Körper zwischen die Wärmequelle und den damit bedeckten Körper eingeschaltet wird, obgleich diess die Absorption anderer Körper bedeutend modificirt, wie Baden Powell gezeigt hatte (pag. 346.) und wie Melloni bestätigt, der nach seinen Versuchen die Absorptionsverhältnisse der folgenden Substanzen, die des Kienruss mit 100 bezeichnet, wie folgt fand *).

| | Absorption | |
|---|---|---|
| | direct | nach Einschaltung eines Glases. |
| Kienruss | 100 | 100 |
| Bleiweiss | 53 | 24 |
| Hausenblase | 52 | 45 |
| Tusch | 96 | 100 |
| Gummilack | 43 | 30 |
| Metallfläche | 14 | 17 |

Daraus lässt sich unmittelbar schliessen, dass, wenn es überhaupt eine Diffusion giebt, diese bei Kienruss am geringsten sein muss.

Matt geschliffene Metalle zeigen aber, der Strahlung verschiedener Wärmequellen unterworfen, stets dasselbe Absorptionsverhältniss zu berussten Flächen, woraus folgt, dass, wenn es eine Wärmediffusion giebt, matte metallische Flächen die Strahlen aller Wärmequellen auf gleiche Weise zerstreuen müssen, sich also für Wärme wie weisse Flächen für Licht verhalten. Kienruss hingegen, wenn seine Absorption absolut, ist ein schwarzer Körper für Licht und Wärme.

Den Beweis des constanten Absorptionsverhältnisses zwischen Kienruss und Metall hat Melloni (Pogg. Ann. 52. p. 427.) gegeben. Die symmetrischen Seiten einer Thermosäule geschirmt durch zwei an beiden Seiten berusste Metallscheiben gegen zwei heterogene Wärmequellen werden durch verschiedenen Abstand derselben in galvanometrisches Gleichgewicht gebracht. Das Gleichgewicht bleibt bestehen, wenn man diese Schirme mit 2 andern vertauscht, welche nach der Wärmequelle hin metallisch, nur der Thermosäule berusste Seiten zukehren. Bestreicht man hingegen die metallischen Seiten mit einer Substanz, so ist das Gleichgewicht sogleich gestört. Dass die Metalle viel weniger absorbiren als Kienruss ist schon pag. 345 gezeigt.

*) Pogg. Ann. 35. p. 577.

Der Beweis Melloni's einer wirklich stattfindenden Diffusion auf der matten Oberfläche athermaner Körper ist folgender:

Eine um ihre Achse drehbare Scheibe von Nussbaumholz von 15 bis 20 Cent. Durchm. und auf einer Seite intensiv weiss gefärbt, wurde auf der andern sammtartig angerusst und beleuchtet von einer Lampe, deren Strahlen durch eine Linse dem Parallelismus mehr genähert worden waren. Die durch einen Metallschirm gegen die directen Strahlen der Lampe geschützte Thermosäule war auf der der Scheibe zugewandten Seite durch eine Glasplatte gegen die directen Strahlen der Scheibe geschützt, und zeigte, wenn die schwarze Fläche zugekehrt ist, 1° Abweichung, hingegen wenn die weisse ihr zugewendet ist, 25° bis 30°.

Lässt man eine an einer Wärmequelle aus der Ferne erwärmte Scheibe von nicht spiegelnder Oberfläche mit ihrer Vorderfläche gegen die Thermosäule strahlen, so empfängt diese die Wirkung der absorbirten und zerstreuten Wärme, setzt man hingegen die Thermosäule den Strahlen der Hinterfläche aus, so empfängt sie nur die Wirkung der absorbirten Wärme. Melloni liess von zwei gleichen Pappscheiben die eine an beiden Seiten berussen, machte die andere an der Vorderfläche weiss, an der Hinterfläche hingegen durch Russ schwarz und erhielt folgende Werthe, indem er die Thermosäule an einer Alhidade um die Achse der aufgesetzten Scheibe so bewegte, dass sie durch einen Metallschirm gegen die Lampe geschützt, aber ohne Glasschirm einmal die Strahlen der Vorderfläche, dann die der Hinterfläche empfing (Pogg. Ann. 52. p. 493.).

| | Scheibe I. | | Scheibe II. | |
|---|---|---|---|---|
| | Hinterfläche schwarz. | Vorderfläche schwarz. | Hinterfläche schwarz. | Vorderfläche weiss. |
| Metall bei 400° C. | 100 | 118 | 93 | 129 |
| Glühendes Platin | 100 | 117 | 84 | 152 |
| Locatelli's Lampe | 100 | 119 | 69 | 181 |
| dito mit Glasschirm | 100 | 118 | 46 | 250 |

Die nur durch Absorption bewirkte Ausstrahlung der Hinterfläche betrug also, wenn sie für die schwarze Scheibe mit 100 bezeichnet wird, für die weisse in Beziehung auf die der Wärmequelle 93, 94, 69, 46, ist also verschieden, oder die weisse Fläche verhält sich für Wärme wie eine farbige für Licht. Der sehr geringe Ueberschuss der Wirkung der Vorderfläche über die Hinter-

iche der schwarzen Scheibe ist gleich für die verschiedenen Wär-
nequellen, bei der weissen Scheibe hingegen ist der der Zerstreuung
zkommende Antheil bedeutend und verschieden, da die Verhält-
isse der Strahlungen beider Flächen $\frac{10}{14}\frac{10}{18}\frac{10}{20}\frac{10}{54}$; die Zerstreuung der
rahlenden Wärme glühender Körper ist also grösser, als die von
örpern niederer Temperatur. Die weisse Fläche verhält sich da-
er in Beziehung auf Zerstreuung für Wärme wie eine farbige für
as Licht, die schwarzen hingegen für Wärme wie eine schwarze
ir Licht.

Bei Vergleichung weisser Körper mit matten metallischen
berflächen fand Melloni*) die Zerstreuung der letztern grösser.
etallische Körper verhalten sich daher für Wärme wie weisse
örper für Licht.

Auf die Absorption der Wärme hat die Natur der metallischen
berfläche einen wesentlichen Einfluss. Unterwirft man**) nach
nander ein geritztes mattes und ein polirtes spiegelndes Kupfer-
heibchen, dessen dem Thermoskop zugewendete Seite wohl ge-
hwärzt ist, den durch eine Steinsalzlinse concentrirten Strahlen
ner Wärmequelle, so erwärmt sich die geritzte Scheibe mehr als
e polirte. Ebenso verhalten sich unpolirte und polirte Scheiben
m Stahl, Zinn, Silber, Gold und jedem andern ausgehämmer-
n oder ausgewalzte Metallen, hingegen wirkt stark gehämmer-
s Weissblech, welches dadurch Beulen bekommen, schwächer
s polirt gelassenes. Silber und Gold langsam nach dem Schmel-
n erkaltet und dann mit Oel und ausgeglühter Kohle gut po-
t, erwärmen sich stärker, als wenn sie durch eine Reihe vermit-
lst eines Diamants darauf gezogener Striche matt gemacht sind
oraus hervorgeht, dass das Absorptionsvermögen in dem Maasse
nimmt, als die Härte der Elasticität der Platte zunimmt. Diess
igt das durch Hämmern gehärtete Weissblech. Bei dem ge-
alzten Kupfer werden durch die Ritzen die weniger harten Theile
s Innern blossgelegt und dadurch nimmt die Absorption zu. Bei
m weicheren Gold und Silber verdichtet dagegen der Striche
hende Diamant die berührten Stellen und vermindert deswegen
t Steigerung der Härte das Absorptionsvermögen. Daher müs-

*) Pogg. Ann. 52. p. 582.
**) Pogg. Ann. 53. p. 269.

sen Spiegel, welche als Reflectoren der Wärme dienen sollen, nicht nur gut polirt seyn, sondern einen hohen Grad von Härte und Elasticität besitzen. Auf diese Weise erklärt sich, dass Marmor, Gagat und Elfenbein im natürlichen Zustande dieselbe Wärme absorbiren, als im höchsten Grade polirt oder durch Sand oder Smirgel geschrammt, weil die Verfahrungsarten, durch welche ihre Oberflächen modificirt werden, nicht auf so bleibende Weise wie bei den Metallen ihre Härte und Elasticität verändern. Auch hat es auf das Erwärmungsvermögen keinen Einfluss, in welchem Grade ein bestimmter Farbestoff feingerieben ist, den man auf die absorbirende Fläche aufträgt.

Aehnlich verhält es sich mit dem Ausstrahlungsvermögen der Substanzen. Melloni verfertigte *) ein kubisches Gefäss, dessen vier lothrechte Seiten Silberplatten bildeten. Zwei dieser Platten waren stark gehämmert, zwei gegossen und langsam erkaltet, alle zuerst mit Bimsstein und Kohle ohne Hammer und Glättstahl polirt, dann eine gegossene und eine gehämmerte mit grobem Smirgelpapier matt gemacht. Mit heissem Wasser gefüllt wurden durch die vier Seiten folgende Ausstrahlungen erhalten:

| | | |
|---|---|---|
| Seite 1 | gehämmert und polirt . . . | 10° |
| — 2 | — — geritzt . . . | 18° |
| — 3 | gegossen und polirt . . . . | 13.°7 |
| — 1 | — — geritzt . . . . | 11.°3 |

Die von Leslie aufgestellte Theorie des Einwirkens der Ritzung einer Oberfläche auf Ausstrahlung bedarf daher wie überhaupt alle seine Versuche einer wesentlichen Revision. Auch können in dieser Sphäre nur mit Strenge durchgeführte Untersuchungen die Wärmelehre fördern. Sie gewinnt wenig durch Arbeiten wie die von Stark in den Philos. Trans. for 1833. über den Einfluss der Farbe auf Ausstrahlung und Absorption. Bache hat in einer Prüfung dieser Arbeit: inquiry in relation to the alleged influence of colour on the radiation of non luminous heat (Journal of the Frankl. Inst. Novemb. 1835.) sehr vollständig gezeigt, dass die von Stark erhaltenen Resultate unbegründet sind, deren ausführliche Erörterung daher hier unterbleibt.

Melloni findet zwischen Ausstrahlungsvermögen und Absorptionsvermögen folgende Verhältnisse:

*) Pogg. Ann. 45. p. 62.

| | Ausstrahlungs-Vermögen. | Absorptions-Vermögen. |
|---|---|---|
| Kienruss | 100 | 100 |
| Bleiweiss | 100 | 53 |
| Hausenblase | 91 | 52 |
| Tusch | 85 | 96 |
| Gummilack | 72 | 43 |
| Metallfläche | 12 | 14 |

Dass in sehr dünnen Schichten der Kienruss nicht atherman , ist früher schon angeführt worden; dass er dann vorzugsweise r Strahlen der niedern Temperatur hindurchlasse, geht aus den genden Versuchen mit einer berussten Steinsalzplatte hervor.

| teinsalz-Platte | von 100 Strahlen | | | Locatelli Lampe | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Siedendes Wasser | Metall v. 400° | Glühendes Platin. | frei | d. Glas | d. Alaun |
| rchsichtig | 67 | 66 | 55 | 48 | 34 | 25 |
| nig durchsichtig | 50 | 49 | 40 | 35 | 20 | 9 |
| r wenig — | 44 | 43 | 33 | 27 | 15 | 6 |
| Flamme — | 35 | 33 | 25 | 21 | 8 | 2.4 |
| Sonne — | 27 | 25 | 14 | 9.5 | 2 | 0.5 |
| durchsichtig | 23 | 18 | 10 | 8.0 | 1.4 | — |
| — | 13 | 11 | 5.7 | 5.0 | 0.5 | — |
| — | 9 | 6.5 | 1.9 | 0.5 | — | — |
| — | 6 | 3 | 0 | — | — | — |
| — | 3.5 | 1.6 | 0 | — | — | — |

Aus der für Strahlen verschiedener Wärmequellen, verschie- ner Absorption erklärt Melloni*) die sonderbare Erscheinung, s man im Winter um Sträucher und Bäume, eben so wie um gepflanzte Stangen den Schnee früher schmelzen sieht, als da, der Boden dem freien Sonnenschein ausgesetzt ist, dadurch nlich, dass die vor den Bäumen und Sträuchern ausgestrahlte ärme im stärkern Verhältniss vom Schnee absorbirt wird, als directe Sonnenwärme. Er bestrich eine Thermosäule mit Blei- iss, und liess auf sie die concentrirten Strahlen einer Lampe fal- , erhielt nun eine Ablenkung von 15 Grad; bei Einschaltung es dicken Blattes dunkelgrauen Papiers hingegen stieg die Ab- kung auf 33°5. Das Bleiweiss stellt hier den Schnee vor, das värmte graue Papier die durch den Baum in dunkle Wärme wandelte Sonnenwärme. Ein directerer Versuch war folgender.

*) Pogg. Ann. 44 p. 357.

Die symmetrischen Seiten der Thermosäule wurden zwischen Lampe und bis 400° erhitztes Kupfer gestellt, und die weit genähert, dass das Gleichgewicht an der Nadel hervorge wurde. An die Stelle der Thermosäule wurde darauf eine zontale cylindrische Röhre gestellt, die an beiden Enden den Wärmequellen zugekehrt war, in der Mitte durch eine Sc wand getrennt gleiche Portionen reinen Schnees in ihren A lungen enthielt. Die grösste geschmolzene Schneemenge bei quantitativ gleichen Strahlungen fand sich auf Seiten des K denn der Schnee verschwand hier nach 4 Minuten, auf der der Lampe nach 9.5

Ein mit Schnee gefülltes glatt abgestrichenes Gefäss senkrecht aufgestellt den Strahlen einer Argand'schen ausgesetzt. Eine kleine sehr dünne mit Kienruss über Pappscheibe zwischen Lampe und Schnee aufgestellt gab im Schatten nach einer Viertelstunde ein Loch von 4 Linien Strahlte hingegen die Wärme von der bis 400° C. erhitzten ferscheibe aus, so bildete sich im Schatten der Scheibe eine Erh

Da die diffuse Sonnenwärme dieselben Eigenschaften als die directe, so sieht man ein, dass die Wirkung der auch bei bedecktem Himmel dieselbe ist.

## I. Aberration der Wärme.

Im Brennpunkte des Objectives eines zehnfüssigen parall aufgestellten Fernrohrs fand v. Wrede die Temperatur des randes des Sonnenbildes höher als die des Westrandes. Die pflanzungsgeschwindigkeit der Wärme und des Lichtes würde diesen vorläufigen Versuchen im Verhältniss 20.25:24.03, also wie 4:5 sein. (Pogg. Ann. 53. p. 602.)

# Namenregister.

---

## Druckfehler.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Seite | 175 | Zeile | 11 | liess | folgenden statt foldenden |
| - | 185 | - | 22 | - | Sitcha statt Siteha |
| - | 188 | - | 22 | - | Südwinden statt Sädwinden |
| - | 189, 190, 191 | | | - | Ogdensburgh statt Ordensburgh |
| - | 195 | Zeile | 14 | - | Drehung statt Dehnung |
| - | 201 | - | 17 | - | 1837 statt 1737 |
| - | 215 | unten | | - | $e_x$ statt ex |
| - | 224 | Zeile | 15 | - | vom statt am |
| - | 234 | unten | | - | Pogg. Ann. 24 p. 205. |
| - | 246 | Zeile | 3 | - | auf statt auf als |
| - | 254 | - | 14 | - | cos. statt cis. |
| - | 260 | - | 14 | - | Petersburg |
| - | 273 | - | 37 | - | irdische |
| - | 285 | - | 17 | - | ; in Gent |
| - | 286 | - | 29 | - | sämtlich statt jährlich |
| - | 287 | - | 32 | - | dieser statt diese |

der A[…]hnitt. — Centesimalgrade.

| Novaja Semlja […] | | […]h [8]). | | Padua [9]). | Madras [10]). | Stille Ozean [11]). |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Matotschkin-Schar. | Fels[…] B[…] | | | | | |
| 73° n. 51½° ö. 1 J. 1834⁄5. | 70° […] 55° 2[…] 1 […] 183[…]. | 3° 26′ w. Par. | 1833 u. 34 | 45° 24′ n. 9° 32′ ö. 16 Mon. 17⅔ | 13° 5′ n. 77° 57′ ö. 1822. | Zwischen 5 u. 15° n. Br. Fast ½ J. 182⅔. |
| . . . | . . | .11 | + 2°.17 | + 2°.65 | +2°.77 | + 0°.78 |
| + 0°.44 | + 0 | .79 | + 1 .81 | + 2 .27 | (+ 1 .42?) | + 0 .63 |
| . . . | . . | .05 | + 1 .07 | + 1 .63 | + 1 .81 | + 0 .42 |
| — 0 .16 | + 0 | .21 | + 0.15 | + 0 .76 | + 1 .04 | + 0 .08 |
| . . . | . . | .73 | — 0 .79 | — 0 .34 | — 0.18 | — 0 .21 |
| — 0 .60 | — 0 | .51 | — 1 .59 | — 1 .18 | — 1.44 [*]) | — 0 .53 |
| — 1 .18 | — 1 | .62 | — 2 .65 | — 2 .42 | — 2 .69 | — 0 .99 |
| . . . | . . | .58 | — 2 .83 | — 2 .81 | — 2 .78 | — 1 .17 |
| — 0 .83 | — 1 | .65 | — 2 .66? | — 3 .04 | — 2 .69 | — 1 .17 |
| . . . | . . | .33 | — 2 .30 | — 3 .00 | — 2 .40 | — 1 .06 |
| — 0 .05 | — 0 | .57 | — 0 .58 | — 1 .11 | — 0 .73 | — 0 .33 |
| . . . | . . | .02 | 0.00 | — 0 .44 | + 0.02 | + 0.04 |
| + 0 .15 | + 0 | .53 | + 0 .47 | + 0 .07 | + 0 .34 | + 0 .23 |
| . . . | . . | .81 | + 0 .81 | + 0 .63 | + 0 .43 | + 0 .37 |
| + 0 .60 | + 0 | .13 | + 1 .14 | + 0 .97 | + 0 .62 | + 0 .52 |
| . . . | . . | .33 | + 1 .31? | + 1 .27 | + 1 .03 | + 0 .63 |

) Zweistündl. B[…]eichung v. Med.! Beng. Journ. V. 296.

# … im jährlichen Durchschnitte. — Centesimalgrade.

| | Mühlhausen | Plymouth | | | Padua | Madras | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1837. | 1833. | 1834. | 1833 u. 4. | 1778—9. | 1823. | |
| | 0.00 | — 0.23 | — 0.27 | — 0.25 | + 0.08 | — 0.11 | — |
| | — 0.18 | — 0.29 | — 0.40 | — 0.34 | — 0.11 | — 0.16 | — |
| | — 0.24 | — 0.21 | — 0.30 | — 0.25 | — 0.23 | — 0.12 | — |
| | — 0.12 | — 0.02 | — 0.12 | — 0.07 | — 0.21 | + 0.03 | — |
| | + 0.15 | + 0.18 | + 0.17 | + 0.18 | + 0.03 | + 0.23 | |
| | — 0.07 | — 0.23 | — 0.26 | — 0.24 | + 0.12 | + 0.04 | — |
| | — 0.26 | — 0.39 | — 0.39 | — 0.33 | — 0.08 | — 0.01 | — |
| | — 0.32 | — 0.21 | — 0.27 | — 0.24 | — 0.10 | + 0.04 | — |
| | — 0.19 | — 0.02 | — 0.11 | — 0.07 | — 0.17 | + 0.18 | — |
| | + 0.07 | + 0.18 | + 0.19 | + 0.19 | + 0.07 | + 0.38 | — |
| | — 0.26 | — 0.43 | — 0.42 | — 0.42 | — 0.07 | — 0.20 i | — |
| | — 0.44 | — 0.45 | — 0.54 | — 0.51 | — 0.27 | — 0.24 i | — |
| | — 0.50 | — 0.40 | — 0.43 | — 0.42 | — 0.38 | — 0.20 i | — |
| | — 0.38 | — 0.22 | — 0.27 | — 0.25 | — 0.36 | — 0.06 i | — |
| | — 0.11 | — 0.02 | + 0.03 | + 0.01 | — 0.12 | + 0.14 i | — |
| | — 0.61 | — 0.80 | — 0.79 | — 0.79 | — 0.39 | — 0.44 | — |
| | — 0.86 | — 0.77 | — 0.80 | — 0.79 | — 0.70 | — 0.44 | — |
| | — 0.46 | — 0.39 | — 0.34 | — 0.36 | — 0.44 | — 0.10 | — |
| | — 1.09 | — 1.34 | — 1.21 | — 1.25 | — 0.83 | — 0.82 | — |
| | — 1.33 | — 1.32 | — 1.22 | — 1.25 | — 1.14 | — 0.82 | — |
| | — 0.94 | — 0.93 | — 0.76 | — 0.82 | — 0.88 | — 0.48 | — |
| b | | | | | | | |
| M | | | | | | | |
| | + 0.15 | + 0.18 | + 0.17 | + 0.18 | + 0.03 | + 0.23 | |
| | + 0.44 | + 0.49 | + 0.48 | + 0.49 | + 0.40 | + 0.69 | + |
| | + 0.57 | + 0.61 | + 0.61 | + 0.61 | + 0.58 | + 0.78 i | + |
| | + 0.56 | + 0.53 | + 0.53 | + 0.53 | + 0.60 | + 0.89 | + |
| | + 0.38 i | + 0.20 | + 0.37 | + 0.31 | + 0.42 | + 0.68 | + |
| | + 0.13 | — 0.03 | + 0.03 | + 0.01 | + 0.14 | + 0.12 | + |
| 1 | — 0.05 | — 0.25 | — 0.20 | — 0.22 | — 0.10 | — 0.41 | — |
| 1 | — 0.32 | — 0.43 | — 0.41 | — 0.44 ? | — 0.28 | — 0.62 | — |
| 1 | — 0.41 | — 0.52 | — 0.56 | — 0.55 | — 0.43 | — 0.73 | — |
| D E | — 0.24 | — 0.29 | - 0.40 | — 0.33 | — 0.19 | — 0.01 | - |

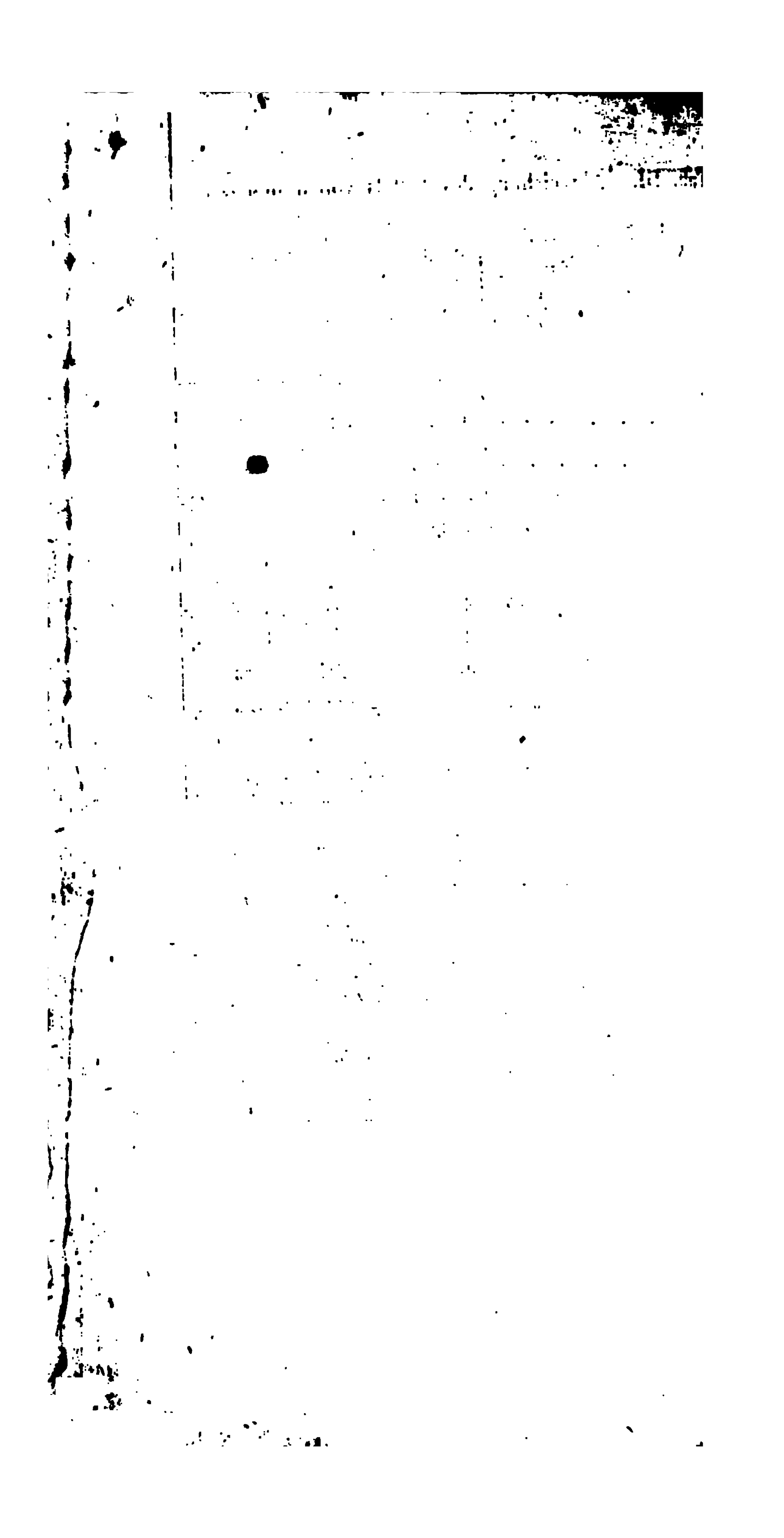
… Durchschnitt.
…falls 0°.0 Abweichung vom wahren Medium.

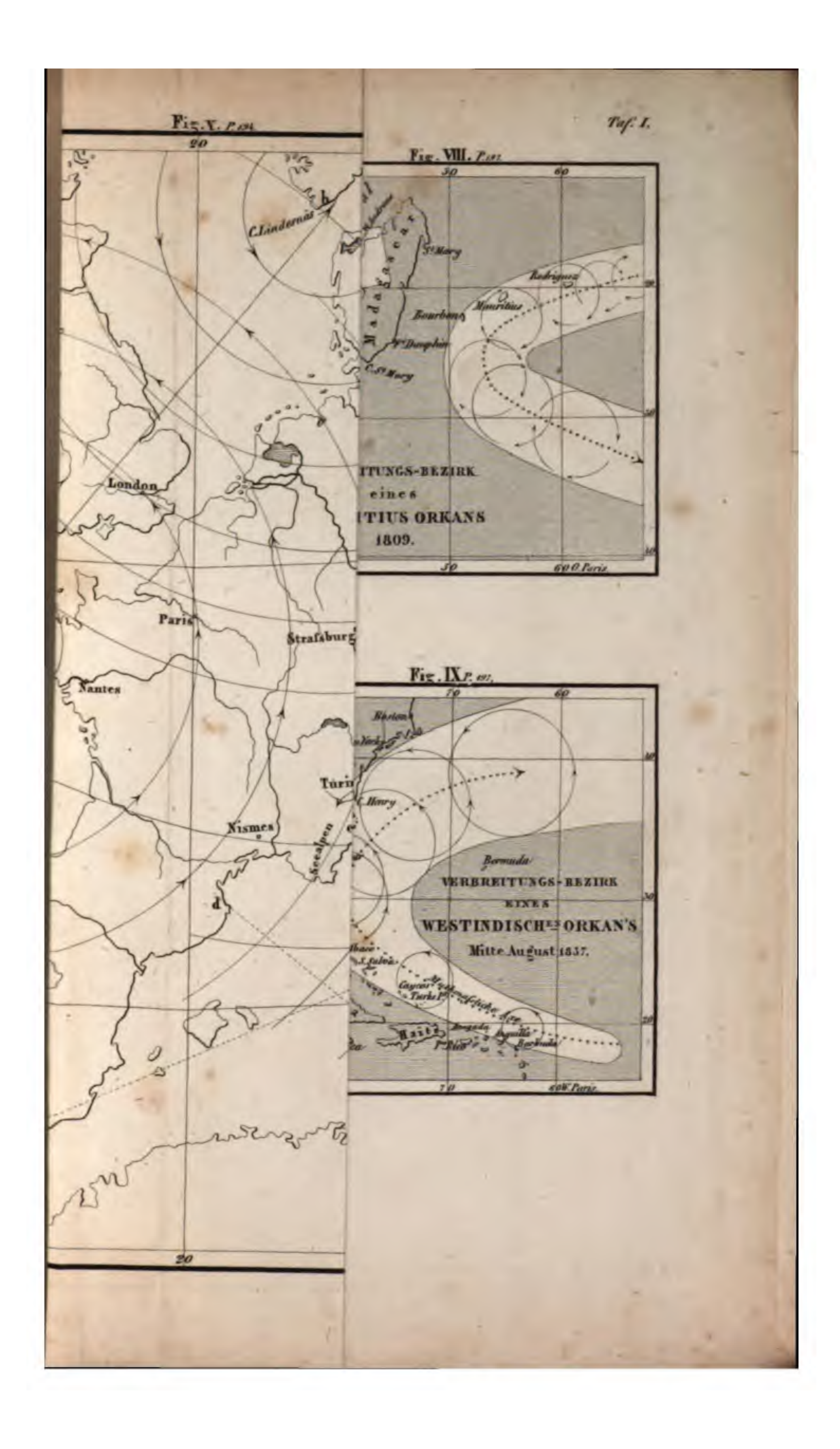
Tab. III. urchschnitt. — Centesimalgrade.

| [illegible]chtungen [illegible]lich. [illegible]den. | No[illegible] Matots[illegible] Sch[illegible] 183[illegible] | Plymouth. 1834. | 1833 u. 34. | Padua. 177[illegible]. | Madras. 1823. | Stille Ozean. ½ Jahr. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| [illegible] u. Ab. [illegible] u. 8 | — 0. | — 0.11 | — 0.13 | — 0.23 | — 0.02 i | — 0.10 |
| [illegible] u. 9 | . . | — 0.26 | — 0.26 | — 0.26 | — 0.15 | — 0.13 |
| [illegible] u. 9 + 9 | . . | + 0.01 | + 0.01 | — 0.04 | — 0.01 | 0.00 |
| [illegible] u. 12 | + 0. | 0.00 | — 0.03 | — 0.07 | + 0.09 | — 0.05 |
| [illegible] u. 10 | + 0. | + 0.09 | + 0.10 | + 0.07 | + 0.07 i*) | — 0.01 |
| [illegible] täglich 4 u. 8ʰ A. | + 0.[illegible] | — 0.27 | — 0.24 | + 0.22 | + 0.46 | + 0.08 |
| 4 - 10 - | + 0.[illegible] | — 0.01 | — 0.02 | — 0.03 | — 0.09 | 0.00 |
| 6 - 12 - | 0.[illegible] | + 0.02 | + 0.03 | + 0.07 | + 0.02 i | 0.00 |
| 8 - 12 - | — 0.1 | — 0.09 | — 0.12 | — 0.00 | — 0.02 | 0.00 |

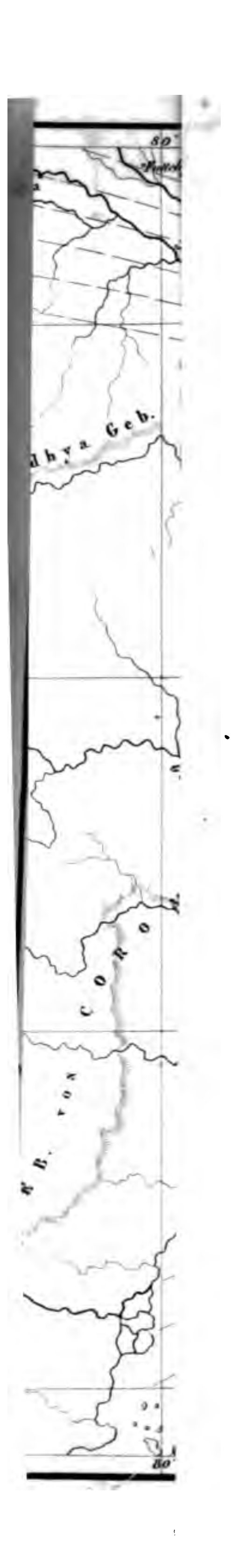
[illegible]) Durch Interpol[illegible]den eine interpolirte genommen, so findet sich in den [illegible] der Zahl ein Grund in den benutzten Originalresultaten, z. B. bei

[illegible]) Pachtussow[illegible]im September durch Interpol. ergänzt. Die October- [illegible] zu Matotschk[illegible]
[illegible]) Aus Ross' 2[illegible]
[illegible]) Das Med. aus
[illegible]) Edinb. Soc. T[illegible]
[illegible]) Aus Neuber'[illegible]gen sich in der Reihe noch viele Anomalien.
[illegible]) A. Brandes'
[illegible]) Nachträgl. hab[illegible] Ab., im Winter v. 6. Morg. bis 11 Ab.; die fehlenden [illegible] Interpol. erg[illegible]8°.030; 8ʰ Ab. ist anomal.
[illegible]) A. d. 5th Rep[illegible]
[illegible]) A. Ephem. so[illegible] Meteor. I. (abgedr. Pogg. ebd.)
[illegible]) A. Madras O[illegible]ner-Einfluss!
[illegible]) Nach Häll[illegible] [illegible]nd atl. Oz.) zwischen dem 15. Nov. und 22. Mai.! Lüt- [illegible] du monde. [illegible]ergl. v. Humb. Voy. ch. 29. Fr. Asiat. 2. p. 557 — [illegible] übersehen, d[illegible]der Sonne grösser, als bei nördlicher ist; auf dem [illegible] [illegible]findet wahrsche[illegible]

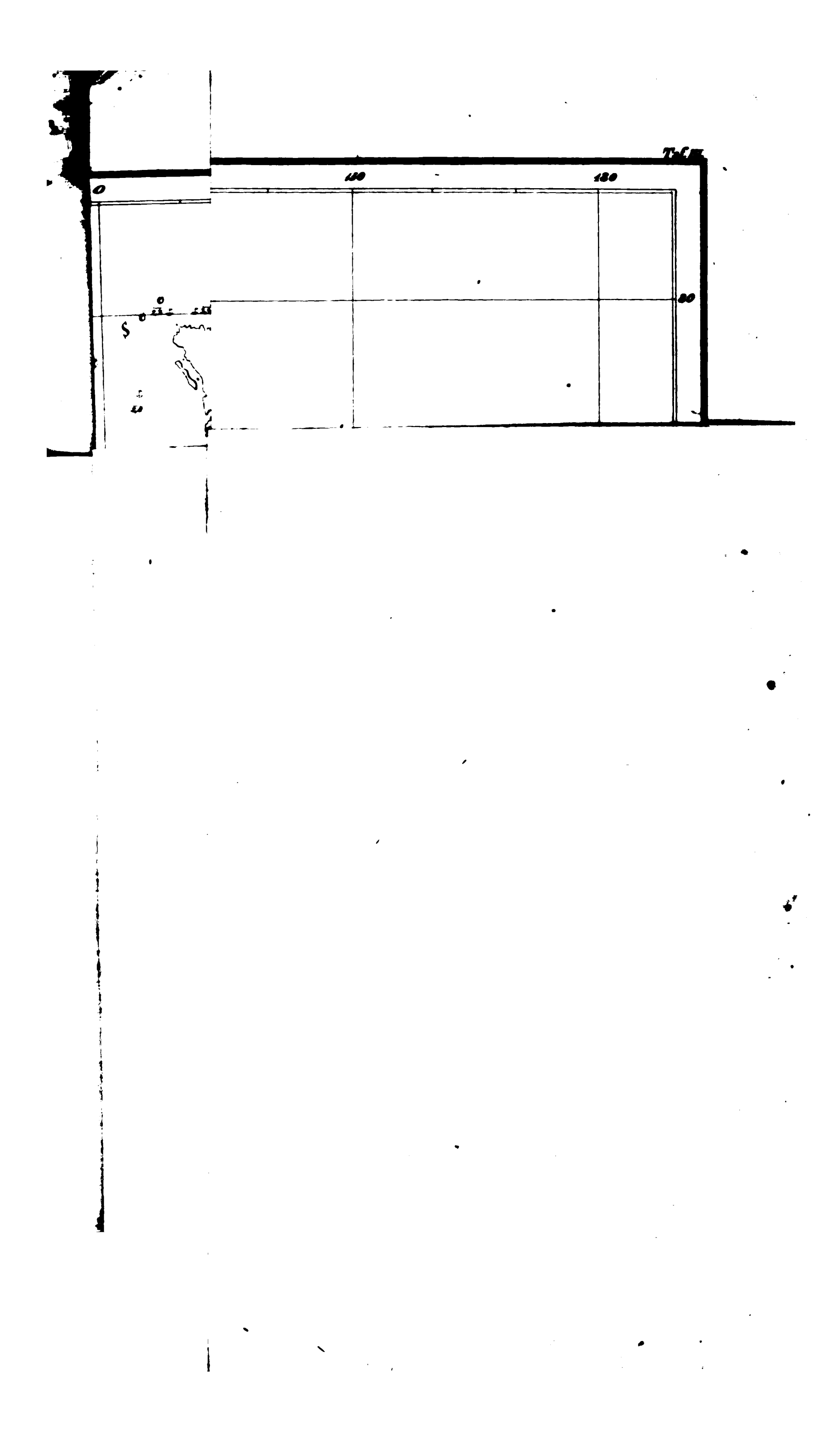




Taf. I.
Fig. X. P. 194.
Fig. VIII. P. 197.
Fig. IX. P. 197.
C. Lindernäs
London
Paris
Strafsburg
Nantes
Turin
Nismes
Seealpen
St. Mary
Rodrigues
Mauritius
Bourbon
C. St. Mary
ITUNGS-BEZIRK
eines
ITIUS ORKANS
1809.
Boston
C. Henry
Bermuda
VERBREITUNGS-BEZIRK
EINES
WESTINDISCHEN ORKAN'S
Mitte August 1837.
Haiti



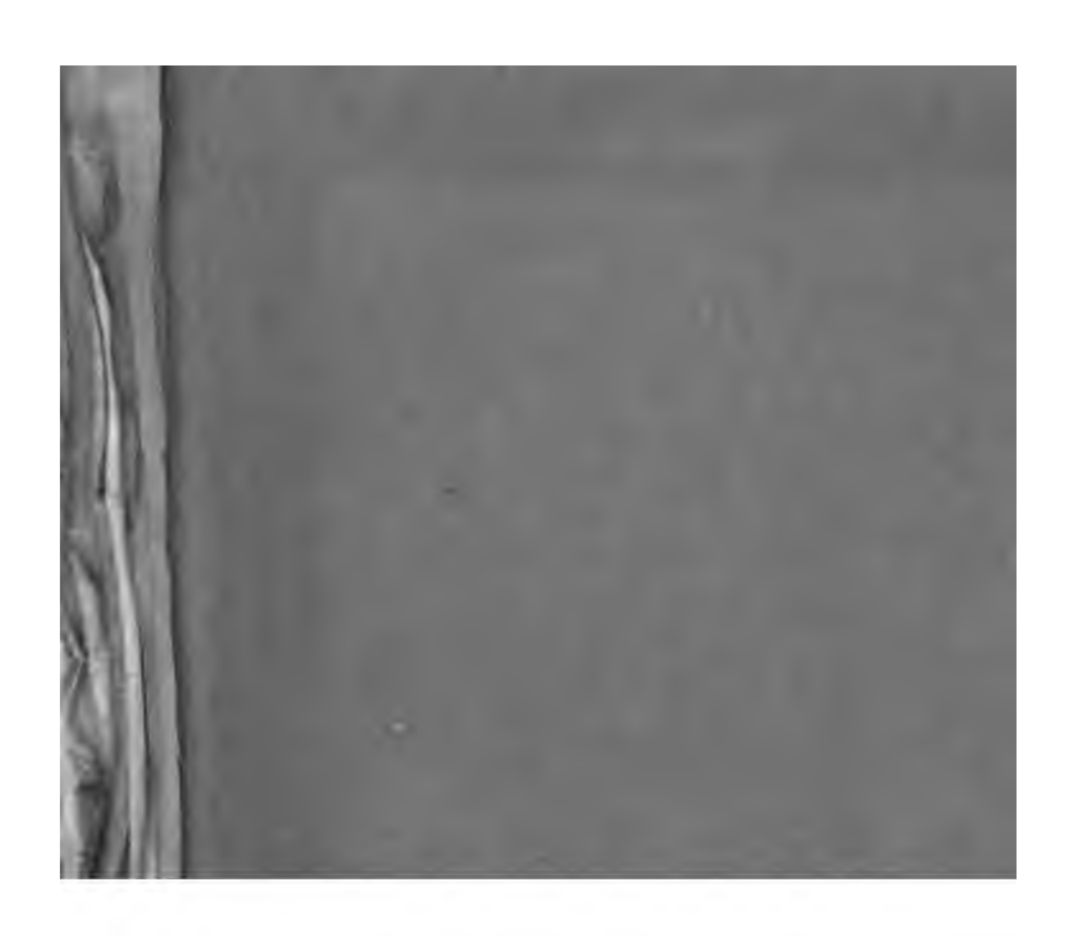
80°
dhya Geb.
80°



Taf. III.
0
150
180
20







# ·epertorium der Physik.

Enthaltend

ne vollständige Zusammenstellung der neuern Fortschritte dieser Wissenschaft.

Unter Mitwirkung der Herren

ROCH, LEJEUNE-DIRICHLET, MINDING, MAHLMANN, MOSER, RADICKE, RIESS, RÖBER, STREHLKE

herausgegeben

von

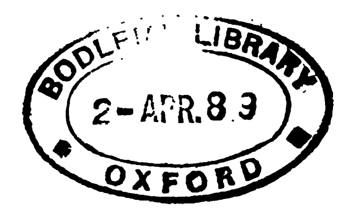
**HEINR. WILH. DOVE.**

## V. Band.

ıanik. Allgemeine Gesetze der Wellenbewegung.
eratur des Magnetismus und der Elektricität.
Ueber das Auge.

Mit einer Kupfertafel.

**Berlin:**
Verlag von Veit & Comp.
**1844.**



# Inhaltsverzeichniss zum fünften Bande.

## Dreizehnter Abschnitt.

### Mechanik v. Minding.

---

# Vierzehnter Abschnitt.

## Allgemeine Gesetze der Wellenbewegung v. Broch.



---

## ünfzehnter Abschnitt.

### des Magnetismus und der Elektricität

von H. W. Dove.



---

## chszehnter Abschnitt.

### Ueber das Auge v. L. Moser.

# Dreizehnter Abschnitt.

## Mechanik,

bearbeitet von

Ferdinand Minding.

### 1. Allgemeine Statik.

Bekanntlich lassen sich alle Entwickelungen der Statik auf den Satz der virtuellen Geschwindigkeiten als gemeinschaftliches Princip zurückführen. Bezeichnet P die Intensität einer Kraft, ds eine beliebige unendlich kleine Verrückung ihres Angriffspunctes, welche jedoch mit den Bedingungen verträglich sein muss, denen die Lage desselben unterworfen ist; heisst ferner $\Theta$ der Winkel zwischen den Richtungen von P und ds, so ist P cos. $\Theta$ ds das Product aus der Kraft in die Projection der Verrückung des Punctes auf die Richtung der Kraft, oder auch das Product aus der Verrückung des Punctes in die ihrer Richtung parallele Componente der Kraft, welches Product das virtuelle Moment der Kraft P genannt wird. Dasselbe ist positiv oder negativ, je nachdem der Winkel $\Theta$ spitz oder stumpf ist, oder je nachdem die Fortrückung nach der Richtung der Kraft in dem Sinne der Kraft oder diesem entgegen geschieht. Nach dem Satze der virtuellen Geschwindigkeiten muss, für das Gleichgewicht eines Systems, die Summe der virtuellen Momente für jede virtuelle Verrückung der Puncte gleich Null sein. Diese gewöhnliche Aussage ist hinreichend, wenn zwischen den Coordinaten der Puncte Bedingungsgleichungen Statt finden, die auf keine Weise verletzt werden dürfen, also wenn die Puncte genöthigt sind, auf gewissen Flächen zu bleiben, die entweder unmittelbar gegeben sind, oder die man aus den Bedingungsgleichungen des Systems erhält, wenn man in diesen nur die Coordinaten eines Punctes als veränderlich betrachtet. Um auch sogleich solche Fälle zu umfassen, in welchen Puncte nur auf gegebenen Flächen so liegen, dass sie sich von ihnen nach einer Seite entfernen können, drückt Gauss den Satz der virtuellen Geschwindigkeiten so aus, das die Summe der virtuellen Momente, für jede zulässige

sein soll, so muss für diese normale Verrückung die S
virtuellen Momente der übrigen Kräfte negativ sein; ei
kung, welche sich leicht auf ein System übertragen läs
durch den obigen Ausdruck liefert.

Im 4ten Bande des Crelleschen Journals für Math.
hat Gaus das Grundprincip der Mechanik in einer ne
dargestellt, welche unmittelbar die Bewegung wie das
wicht umfasst, nämlich in folgender: Die Bewegung
stemes irgendwie mit einander verbundener Puncte ge
jedem Augenblicke in möglich grösster Uebereinstimmung
freien Bewegung, oder unter möglich kleinstem Zwang
man als Maass des Zwanges, den das ganze System in je
theilchen erleidet, die Summe der Producte aus dem
der Ablenkung jedes Punctes von seiner freien Bewegung
Masse betrachtet.

Sind nämlich m, m′, m″, ... die Massen der Puncte;
... ihre Orte zur Zeit t; b, b′, b″, ... die Orte, welche
der unendlich kleinen Zeit *dt* in Folge der während di
auf sie wirkenden Kräfte und der zur Zeit t erlangten G
digkeiten und Richtungen einnehmen würden, falls sie
kommen frei wären; so werden die wirklichen Orte c,
diejenigen sein, für welche, unter allen mit den Beding
Systems vereinbaren, $m (bc)^2 + m' (b'c')^2 + m'' (b''c''$

Die Ableitung dieses Princips aus dem Satze der virtuellen Geschwindigkeiten geschieht mit Hülfe des d'Alembertschen Princips auf folgende Weise:

Die auf den Punct $m$ wirkende Kraft ist zusammengesetzt aus einer, die in Verbindung mit der zur Zeit $t$ Statt habenden Geschwindigkeit und Richtung ihn in der Zeit $dt$ von $a$ nach $c$ führt und einer zweiten, die ihn in derselben Zeit aus der Ruhe in $c$ durch $cb$ führen würde, wenn er frei wäre. Dasselbe gilt von den andern Puncten. Die Wirkung dieser zweiten Kräfte werden dadurch aufgehoben, dass die Puncte nicht frei sind, oder es müssen, nach d'Alemberts Princip, die Puncte $m, m', \ldots$ des Systemes in $c, c', c'', \ldots$ unter alleiniger Wirkung dieser Kräfte, vermöge der Bedingungen des Systemes, im Gleichgewichte sein. Denkt man sich daher die Puncte $m, m', m'', \ldots$ aus $c, c', c'', \ldots$ [illegible]auf irgend eine mit den Bedingungen des Systems verträgliche Weise [illegible]ach dem Orte $\gamma, \gamma', \gamma'', \ldots$ verschoben, und sind $\vartheta, \vartheta', \ldots$ die Winkel, welche $c\gamma, c\gamma', \ldots$ mit $cb, c'b', \ldots$ einschliessen, so ist [illegible]ch dem Gesetze der virtuellen Geschwindigkeiten $\Sigma m.\, cb.\, c\gamma.\, \cos.\, \vartheta$ [illegible]tweder Null oder negativ. Da nun $\gamma b^2 = cb^2 + c\gamma^2 - 2\, cb.\, c\gamma.$ [illegible]$.\vartheta$, so folgt hieraus, dass $\Sigma m.\, \gamma b^2 - \Sigma m.\, cb^2 = \Sigma m.\, c\gamma^2 - 2\Sigma m.\, cb.$ [illegible]$\cos.\, \vartheta$ immer positiv sein wird, also $\Sigma m.\, \gamma b^2$ immer grösser als [illegible]$.\, cb^2$, d. i. dass $\Sigma m.\, cb^2$ ein Minimum sein wird; w. z. b. w.

So allgemein diese Principien sind, so trägt doch das Gesetz [illegible] virtuellen Geschwindigkeiten seinen Beweis keineswegs in [illegible]h selbst, sondern es muss erst auf einfachere Grundlagen zurück[illegible]ührt werden. Diese bestehen in dem Parallelogramm der [illegible]äfte und in dem Axiom von der Gleichheit zwischen Action [illegible] Reaction, zu deren Verknüpfung der Satz der virtuellen Ge[illegible]windigkeiten als allgemeinste Folgerung hervorgeht. Gewinnt [illegible] durch diesen eine allgemeine Methode, um die Probleme der [illegible]tik in Gleichung zu setzen, so verfährt man doch nicht weni[illegible] direct, wenn man diese Probleme, ohne jenen Satz anzuwen[illegible], unmittelbar auf die genannten Grundlagen zurückführt. — Zu [illegible] wichtigsten Vereinfachungen, welche die Statik durch solche [illegible] die einfachsten Gründe zurückgehenden Betrachtungen gewon[illegible] hat, gehört die Einführung der Kräftepaare von Poinsot, [illegible]che, wenn sie auch nicht als ein neues Resultat, sondern nur [illegible]ein anderer Ausdruck für die Theorie der Momente anzusehen [illegible] doch durch ihre Angemessenheit die elementaren Untersuchun-

gen über das Gleichgewicht sehr erleichtert und zu einem hohen Grade geometrischer Anschaulichkeit erhebt. Eine nähere Angabe dieser Theorie wird man hier nicht erwarten, weil dieselbe schon zu den älteren Arbeiten gehört; es genügt, hierüber auf die *Élémens de Statique* von Poinsot zu verweisen, so wie auf einige andere Lehrbücher, in welche diese Theorie, nachdem sie lange keinen merklichen Eingang gefunden, erst in der neuesten Zeit übergegangen ist, namentlich auf das Lehrbuch der Statik von Möbius, Leipzig 1837 und auf das von mir herausgegebene Handbuch der theoretischen Mechanik, Berlin 1838.

Mit Hülfe dieser auf geometrische Anschauung gegründeten Betrachtungsweise hat Poinsot neuerlich das dynamische Problem der Drehung eines festen Körpers, auf welchen keine beschleunigenden Kräfte wirken, auf sehr elegante Weise behandelt. Seine Schrift: *Théorie nouvelle de la rotation des corps*, *Paris* 1834, giebt jedoch nur den Gang und die Resultate der Untersuchung an; die Beweise muss der Leser selbst ergänzen.

Eine früher in die Statik nicht eingeführte Untersuchung gründet sich auf foldende Betrachtung. Wenn an den Puncten eines festen Systemes oder Körpers unveränderliche Kräfte haften, d. h. solche, die bei jeder Verschiebung des Körpers nach Richtung und Intensität ungeändert auf dieselben Angriffspuncte wirken; so hängt ihre Wirkung, welche der Theorie der Kräftepaare zufolge sich immer und nur auf eine Weise auf die einer einfachen Kraft und eines zu derselben senkrechten Paares zurückführen lässt, offenbar von den verschiedenen Stellungen ab, in welche der Körper durch seine Verschiebung gegen die Kräfte gebracht wird. Sind insbesondere die Kräfte parallel und ist ihre Mittelkraft nicht gerade Null, so haben sie bekanntlich für jede Stellung des Körpers eine einfache Resultante, welche den Körper beständig in einem festen Puncte, dem Mittelpuncte der parallelen Kräfte oder dem Schwerpuncte, trifft. Dieses einfache Resultat hat sich einer grossen Erweiterung fähig gezeigt, in Betreff deren ich auf die Statik von Möbius so wie auf mein Handbuch der Mechanik verweise, da hier nicht der Ort ist, auf den Gegenstand ausführlich zurückzukommen. Der Umstand, dass diese Untersuchung sich gleichzeitig zweien von einander ganz unabhängigen Bearbeitern der Statik, wenn auch unter verschiedenen Gesichtspuncten, dargeboten hat, spricht dafür, dass es sich dabei um eine folgerechte Entwickelung

der Principien dieser Wissenschaft, um eine theoretisch nothwendige Ergänzung ihres Systems handelte. In diesem Betrachte mag es gestattet sein, hier den Mittelpunct von Kräften in einer Ebene, als einen einfachen und bei verschiedenen Gelegenheiten anwendbaren Fall hervorzuheben.

Es seien P, P′, P″, ... beliebige Kräfte in einer Ebene, an einem System festverbundener Puncte angebracht, R die Intensität ihrer Resultante, welche nicht gleich Null sein soll, so hat man, die Axe der x der Richtung von R parallel nehmend und die Kräfte nach x und y zerlegend, zur Bestimmung der Intensität und der Lage von R folgende Gleichungen:

$$P \cos. \alpha + P' \cos. \alpha' + \ldots = R$$

$$P \sin. \alpha + P' \cos. \alpha' + \ldots = 0$$

$$P (y \cos. \alpha - x \sin. \alpha) + P' (y \cos. \alpha' - x' \sin. \alpha') + \ldots = R \eta$$

wenn $\xi$ und $\eta$ die Coordinaten irgend eines Punctes in der Richtung der Resultante bezeichnen. $\xi$ fällt aus obiger Gleichung weg, weil R der Axe x parallel ist. Sind ferner u, v neue rechtwinkliche Coordinaten aus demselben Anfange, und $\varphi$ die Neigung von u gegen x, so hat man $x = u \cos. \varphi + v \sin. \varphi$, $y = - u \sin. \varphi + v \cos. \varphi$, und wenn $\xi'$ und $\eta'$ die Coordinaten im zweiten System für einen Punct der Resultante bezeichnen, auch $\eta = - \xi' \sin. \varphi + \eta' \cos. \varphi$; folglich:

$$R (\eta' \cos. \varphi - \xi' \sin. \varphi) = P [v \cos. (\varphi + \alpha) - u \sin. (\varphi + \alpha)] + P' [v' \cos. (\varphi + \alpha') - u' \sin. (\varphi + \alpha')] + \ldots$$

Denkt man sich die Axen u und v in dem System der Puncte fest, und dreht man dieses, zugleich mit jenen, um den Anfang der Coordinaten, während die Axen x y in der Ebene ungeändert bleiben, so entspricht jeder Lage des Systemes ein bestimmter Werth von $\varphi$, und die vorstehende Gleichung giebt für jede Lage des Systemes die Lage der Resultante in demselben an. Ihre Form lehrt sogleich, dass sich die Coordinaten eines Punctes in der Resultante finden lassen, welche ihr unabhängig von $\varphi$ Genüge leisten; man erhält dieselben ohne alle Rechnung, wenn man $\varphi = 0$ und $\varphi = \frac{\pi}{2}$ setzt, nämlich:

$$R \xi' = P (v \sin. \alpha + u \cos. \alpha) + P' (v' \sin. \alpha' + u' \cos. \alpha') + \ldots$$

$$R \eta' = P (v \cos. \alpha - u \sin. \alpha) + P' (v' \cos. \alpha' - u' \sin. \alpha') + \ldots$$

Jede Resultante trifft also das System in dem bestimmten Punct, dessen Coordinaten $\xi'$ und $\eta'$ durch vorstehende Gleichun-

gen gegeben sind, oder bringt man an diesem Puncte (dem Mittelpuncte der Kräfte P, P′, P″, . . .) eine der Resultante gerade gleiche und entgegengesetzte Kraft an, so entsteht ein Gleichgewicht, welches durch beliebige Verschiebung des Systems der Angriffspuncte nicht gestört wird.

Anstatt das System der Angriffspuncte zu drehen, kann man dasselbe auch unbeweglich lassen, und alsdann die Kräfte ohne Aenderung ihrer gegenseitigen Neigungen um ihre Angriffspuncte drehen. Diese Bemerkung führt auf folgende Construction: Es seien P und Q zwei Kräfte in einer Ebene, A und B ihre Angriffspunte; man verlängere die Richtungen von P und Q bis zu ihrem Durchschnitte C (Fig. 1. Taf. 1.) und ziehe aus C die Resultante R, lege durch die Puncte A, B, C einen Kreis, welcher die (verlängerte) Richtung von R in M schneide, so ist M der Mittelpunct von P und Q. Denn indem sich P und Q drehen, durchläuft die Spitze des unveränderlichen Winkels C einen Kreis, und die Resultante R theilt den Winkel A C B, folglich auch den Bogen A M B, in zwei unveränderliche Theile, und geht mithin durch den festen Punct M. In Hinsicht der Lage dieses Punctes ist noch zu bemerken, dass, wenn man die Sehnen MA, MB zieht, die Seiten des Dreieckes AMB sich verhalten, wie die an der Spitze ihrer Gegenwinkel angebrachten Kräfte, nämlich AM : MB : BA = Q : P : R. Diese Proportion besteht auch fort, wenn die Kräfte einander parallel gedacht werden, wobei der Mittelpunct M in die gerade Linie AB oder in deren Verlängerung rückt. Nur wenn R = 0 ist, also die Kräfte P und Q einander gerade gleich, parallel und entgegengesetzt sind, mithin ein Paar bilden, haben sie keinen Mittelpunct.

Durch Einführung dieses Mittelpunctes in die Elemente der Statik wird die bisher gewöhnliche besondere Hervorhebung der parallelen Kräfte unnöthig gemacht, und die Betrachtung unmittelbar auf die beiden Hauptfälle hingeleitet, welche allein einen wesentlichen Unterschied darbieten, je nachdem nämlich, bei zwei in einer Ebene befindlichen Kräften, die Mittelkraft R nicht Null und mithin ein Mittelpunct vorhanden ist, oder R = 0 ist und die Kräfte ein Paar bilden.

Denkt man sich allgemein im Raume an den Puncten eines Körpers unveränderliche Kräfte angebracht, so ist unter einem Mittelpuncte dieser Kräfte ein solcher Punct des Körpers zu

verstehen, durch welchen die Resultante beständig geht, wenn der Körper in eine stetige Folge verschiedener Lagen gebracht wird. Es geht aus dieser Erklärung schon hervor, dass ein Mittelpunct nur vorhanden ist, sobald eine einfache Resultante Statt findet; wenn aber die Mittelkraft der auf den Körper wirkenden Kräfte nicht Null ist, so giebt es immer unzählige Lagen des Körpers, in welchen die Kräfte eine einfache Resultante haben. Für jede solche Lage ergeben sich in der Richtung der Resultante zwei Mittelpuncte; nämlich wenn der Körper um eine bestimmte durch einen dieser Puncte gelegte Axe gedreht wird, so besteht die vorige einfache Resultante unabänderlich fort, und trifft mithin, während sie im Allgemeinen dem Körper in verschiedenen Stellen begegnet, ihn zugleich fortwährend in demselben Mittelpuncte. Die Folge aller dieser Mittelpuncte bildet im Körper das System einer Ellipse und einer Hyperbel, welche in zwei gegeneinander senkrechten Ebenen so liegen, dass die Brennpuncte der einen in die Scheitel der andern fallen. Jede gerade Linie, welche einen Punct der Ellipse mit einem Puncte der Hyperbel verbindet, stellt die für eine gewisse zugehörige Stellung des Körpers stattfindende einfache Resultante dar; ihre Durchschnitte mit jenen beiden Curven sind die in dieser Resultante befindlichen Mittelpuncte, und die Tangenten jener Curven, in diesen Durchschnittspuncten, sind die Axen, um welche der Körper bei unveränderlich fortbestehender einfacher Resultante, gedreht werden kann. In Betreff der weiteren Ausführung dieses Gegenstandes muss auf die genannten Lehrbücher verwiesen werden.

Ueber das Gleichgewicht elastisch-biegsamer Fäden findet man in der Statik von Möbius eine lehrreiche und zugleich auf einfache Weise dargestellte Untersuchung. Derselbe Gegenstand ist auch in meinem Handbuche in manchen Puncten von der gewöhnlichen Weise abweichend behandelt. Die Anwendung dieser Theorie auf die Biegung elastischer Stäbe und das daraus herzuleitende Maas ihre Festigkeit findet man am vollständigsten bei Navier im Resumé des leçions données à l'école des ponts et chaussées sur l'application de la mécanique à l'établissement des constructions et des machines. Deuxième Edition. Paris 1833. 2 vol. 8. Die bei diesen Anwendungen gewöhnliche Annahme, dass gewisse Fasern und namentlich die, welche durch die Schwerpuncte der Querschnitte eines prismatischen oder cylindrischen

Stabes geht, in Folge der Biegung keine Spannung erleiden, und sich daher weder verlängern noch verkürzen, ist für kleine Biegungen völlig hinreichend; nach dem allgemeinen Gesetze der Spannung in der elastischen Curve ist jedoch die Spannung in jedem Elemente der mittlen Faser der nach der Richtung dieses Elementes wirkenden Componente der biegenden Kraft gleich; sie ist folglich von einem Elemente zum andern veränderlich, jedoch überall sehr klein, wenn die Richtungen der Elemente auf der Richtung der Kraft überall nahe senkrecht sind.

Den Einfluss der Schwere auf die Figur eines in zwei Puncten von gleicher Höhe aufgelegten Stabes hat Bessel in seiner die Einheit des preussischen Längenmasses betreffenden Schrift, Seite 121 — 136, untersucht und für die Verkürzung des Abstandes zwischen den Endflächen eine Formel entwickelt, welche hier folgt. Es sei (Fig. 2.) der Staab CC′, dessen Mitte A, Länge $CC' = 2l$, in zwei von den Enden gleich weit abstehenden Puncten B und B′ wagerecht aufgelegt; die Länge $BC = B'C'$ sei $= a$, also $AB = l - a$. Man lege die Axe der x wagerecht durch die gerade über den Stützpuncten B und B′ liegenden Puncte der Mittellinie des Stabes, so dass für diese $y = o$ sei; der Anfang der x sei in der Mitte zwischen diesen beiden Puncten; die y seien positiv nach oben. Wegen der Kleinheit der Biegung darf man bei Berechnung der Gestalt der Mittellinie die zweiten Potenzen von $\frac{dy}{dx}$ vernachlässigen, also $ds = dx$ und $s = x$ setzen, wobei der Bogen s in A anfängt; ferner ist auch die Krümmung im Puncte xy der Mittellinie $= \pm \frac{d^2y}{dx^2}$ zu setzen. Das Moment des Widerstandes gegen Biegung, bekanntlich der Krümmung umgekehrt proportional, ist daher $= \nu \frac{d^2y}{dx^2}$, wo $\nu$ eine von der Spannkraft und dem Querschnitte des Staabes abhängige Constante ist. Der Ausdruck $\nu \frac{d^2y}{dx^2}$ ist positiv oder negativ, je nachdem der Widerstand gegen Biegung den vom Puncte xy bis zum Endpuncte reichenden Theil des Stabes abwärts oder aufwärts zu drehen strebt. Dieses vorausgesetzt, erhält man zunächst für das Gleichgewicht des Theiles AB, welcher sich als in A wagerecht eingeklemmt betrachten lässt, folgende Gleichung, in welcher $\mu$ das Gewicht der Längeneinheit des Stabes ist:

$$\nu \frac{d^2y}{dx^2} + \mu \int_x^l (x' - x)\, dx' - \mu l\,(l - a - x) = 0.$$

Das zweite Glied ist das Moment, in Bezug auf den Punct xy in AB, der zwischen ihm und C befindlichen Theile des Stabes; nämlich $\mu ds = \mu dx'$ ist das Gewicht eines solchen Theiles, dessen Abscisse x' ist und der mithin am Hebelarme $x' - x$ wirkt. Der Widerstand der Stütze in B ist gleich dem halben Gewicht des Stabes, also $= \mu l$, und wirkt aufwärts drehend am Hebelarme $l - a - x$. Vollzieht man die Integration, so kommt

$$-\nu \frac{d^2y}{dx^2} = \frac{\mu}{2}(x - l)^2 - \mu l\,(l - a - x) \text{ oder}$$

$$-\nu \frac{d^2y}{dx^2} = \frac{\mu}{2}\left\{ x^2 - l\,(l - 2a) \right\} \qquad 1.$$

Hieraus folgt durch Integration, da für $x = 0$, $\frac{dy}{dx} = 0$, und für $x = l - a$, $y = o$ sein muss:

$$-\nu \frac{dy}{dx} = \frac{\mu}{6}\left\{ x^3 - 3l\,(l - 2a)\,x \right\} \qquad 2.$$

$$-\nu y = \frac{\mu}{24}\left\{ x^2 - (l - a)^2 \right\}\cdot\left\{ x^2 + (l - a)^2 - 6l\,(l - 2a) \right\} \qquad 3.$$

Für den Theil BC ist

$$-\nu \frac{d^2y}{dx^2} = \mu \int_x^l (x' - x)\, dx' = \frac{\mu}{2}(x - l)^2 \qquad 4.$$

$$\text{folglich} \quad -\nu \frac{dy}{dx} = \frac{\mu}{6}\left\{ (x - l)^3 - C \right\} \qquad 5.$$

und $C = l\,(2l^2 - 6al + 3a^2)$, weil für $x = l - a$ die Werthe von $\frac{dy}{dx}$ aus 5. und 2. gleich sein müssen. Endlich, da für $x = l - a$, $y = 0$ sein muss:

$$-\nu y = \frac{\mu}{24}\left\{ (x - l)^4 - a^4 - 4C\,(x - l + a) \right\} \qquad 6.$$

Die Verkürzung des Abstandes der Endpuncte ist $=$ $2\int_0^l \left\{ \sqrt{1 + \left(\frac{dy}{dx}\right)^2} - 1 \right\} dx$; oder in hinreichender Annäherung $=$ $\int_0^l \left(\frac{dy}{dx}\right)^2 dx$, wo für $\frac{dy}{dx}$ von $x = 0$ bis $x = l - a$ der Werth 2., von $x = l - a$ bis $x = l$ der Werth 5. gilt. Hieraus folgt, wenn noch $a = \gamma l$ gesetzt wird, die Verkürzung $=$

$$\frac{1}{360}\left(\frac{\mu}{\nu}\right)^2 l^7 \left\{ \frac{136}{7} - 96\gamma + 120\gamma^2 + 40\gamma^3 - 120\gamma^4 + 42\gamma^5 + \gamma^6 \right\};$$

sie erlangt ihr Minimum, zufolge der Gleichung $0 = -96 + 240\gamma$

$+ 120\gamma^3 - 480\gamma^4 + 210\gamma^6 + 6\gamma^8$ für $\gamma = 0,44062$. Der Stab verkürzt sich also am wenigsten, wenn er um 0,22031 seiner ganzen Länge von den Endpuncten entfernt aufgelegt wird; diese kleinste Verkürzung ist $= \left(\frac{\mu}{\nu}\right)^2 l^7 . 0,0000836$; bei Auflegung der Endpuncte, also für $\gamma = 0$, beträgt die Verkürzung: $\left(\frac{\mu}{\nu}\right)^2 l^7 . 0,0539683$. Anderweitige Ausführungen sind in der Abhandlung nachzusehen.

---

## 2. Allgemeine Sätze über Anziehungen nach dem umgekehrten Quadrate der Entfernung.

Die Berechnung der Anziehung, welche eine irgendwie im Raume vertheilte Masse, deren Elemente nach einem Gesetze der Entfernung anziehend wirken, auf einen gegebenen Punct ausübt, lässt sich bekanntlich auf die Bestimmung einer Function der Coordinaten dieses Punctes zurückführen, aus welcher sich durch Differentiation nach diesen, die Componenten der Anziehung ergeben. Diese Function (von Gauss **Potential** genannt), ist das Integral des Ausdruckes für das virtuelle Moment der gesammten auf den Punct wirkenden Anziehung. Bezeichnet m ein Element der anziehenden Masse, m . f (r) die von ihm auf den Punct O, in der Entfernung r, ausgeübte Anziehung, ds eine beliebige unendlich kleine Verrückung des angezogenen Punctes von O nach O′, durch welche die anfängliche Entfernung mO = r in mO′ = r + dr übergeht, und welche mit der Richtung Om den Winkel O′Om = $\vartheta$ bildet, so ist m.f (r) . cos. $\vartheta$ . ds das virtuelle Moment der Kraft mf (r) an O. Bezeichnet man noch mit $\varepsilon$ den Winkel Om O′, so giebt das gleichnamige Dreieck folgende Gleichungen: (r + dr) sin. $\varepsilon$ = ds. sin. $\vartheta$, und (r + dr) cos. $\varepsilon$ + ds cos. $\vartheta$ = r, welche sich für ein unendlich kleines ds, in r$\varepsilon$ = ds. sin. $\vartheta$, und dr = — ds. cos. $\vartheta$ verwandeln; folglich ist — m . f (r) . dr das virtuelle Moment der von m auf O ausgeübten Anziehung. Setzt man $-\int$fr . dr = F (r), und V = $\Sigma$m F (r), wo das Summenzeichen sich auf alle Theile der anziehenden Masse erstreckt, so ist V das Potential der anziehenden Masse für den Punct O, und wenn man mit R die Intensität der gesammten Anziehung, mit dp das Element der Richtung von R, also mit Rdp das virtuelle Moment von R, mit X,Y,Z die Componenten von R nach x,y,z bezeichnet, so ist

$$dV = R\,dp = X\,dx + Y\,dy + Z\,dz,$$
$$\text{also } X = \frac{dV}{dx},\; Y = \frac{dV}{dy},\; Z = \frac{dV}{dz}.$$

Denkt man sich die Coordinaten x, y, z durch irgend drei andere veränderliche Grössen p, q, t ausgedrückt, so wird V eine Function von p, q, t. Nimmt man zwei dieser Grössen, q und t, als constant an, so sind x, y, z nur noch durch p veränderlich, und gehören mithin irgend einer Curve im Raume an, deren Bogen s sei. Alsdann ist s eine Function von p; es sei $s = f(p)$, also $ds = f'p\,.\,dp$. Nun ist $\frac{dV}{dp} = \frac{dV}{dx}\cdot\frac{dx}{dp} + \frac{dV}{dy}\cdot\frac{dy}{dp} + \frac{dV}{dz}\cdot\frac{dz}{dp}$; folglich $\frac{dV}{ds} = \frac{dV}{dx}\cdot\frac{dx}{ds} + \ldots = X\cos.\alpha + \ldots$, wenn $\alpha, \beta, \gamma$ die Neigungen von ds gegen die Axen x, y, z sind; also ist $\frac{dV}{ds}$ die nach der Richtung von ds wirkende Componente der Anziehung.

Für eine dem Quadrate der Entfernung umgekehrt proportionale Anziehung ist das Potential $V = \Sigma\frac{m}{r} = \Sigma\frac{m}{\sqrt{(a-x)^2+(b-y)^2+(c-z)^2}}$, wo a, b, c die Coordinaten von m, und x, y, z die des angezogenen Punctes O sind. Liegt O in endlicher Entfernung von jedem Elemente der anziehenden Masse, so ist klar, dass sowohl V als auch seine Differential-Quotienten nach x, y, z endliche bestimmte Werthe erhalten. Man findet $\frac{dV}{dx} = \Sigma\frac{(a-x)m}{r^3}$, $\frac{d^2V}{dx^2} = \Sigma\left\{\frac{3(a-x)^2}{r^5} - \frac{1}{r^3}\right\}m$, und ähnliche Ausdrücke für $\frac{dV}{dy}$ u. s. f., woraus sich ergiebt: $\frac{d^2V}{dx^2} + \frac{d^2V}{dy^2} + \frac{d^2V}{dz^2} = 0$. Ist also ein beliebiger Raum mit anziehender Masse erfüllt, so gilt vorstehende Gleichung für das Potential jedes ausserhalb dieses Raumes liegenden Punctes. Sucht man dagegen das Potential für einen der anziehenden Masse selbst angehörigen Punct, so erhält r unter andern auch unendlich kleine Werthe, und man sieht nicht sogleich, ob auch alsdann dem Potentional und seinen obigen Ableitungen noch bestimmte Werthe zukommen. Durch Einführung von Polar-Coordinaten mittels der Gleichungen $a = x + r\sin.\psi$, $b = y + r\cos.\psi\sin.\varphi$, $c = z + r\cos.\psi\cos.\varphi$ ergiebt sich jedoch als Ausdruck eines unendlich kleinen Massen-Elementes, wenn k die Dichtigkeit bezeichnet, $m = kr^2\,dr.\cos.\psi d\varphi d\psi$; mithin

$V = \iiint krdr.\cos.\psi d\varphi d\psi$; $\frac{dV}{dx} = \int\frac{(a-x)m}{r^3} = \iiint k \sin\psi \cos\psi dr d\varphi d\psi$,
woraus die Endlichkeit und Stetigkeit der Werthe von V und $\frac{dV}{dx}$ hervorgeht, in so fern die Dichtigkeit k überall als endlich vorausgesetzt wird. Die zweiten Ableitungen $\frac{d^2V}{dx^2}$, $\frac{d^2V}{dy^2}$, $\frac{d^2V}{dz^2}$ bleiben ebenfalls überall noch endlich, ändern sich aber bei dem Uebergange aus dem äusseren in den inneren Raum nicht mehr stetig, und die obige Gleichung zwischen ihnen, welche für einen äusseren Punkt gilt, geht für einen inneren Punkt O in folgende über:

$$\frac{d^2V}{dx^2} + \frac{d^2V}{dy^2} + \frac{d^2V}{dz^2} = -4\pi k,$$

wo k die Dichtigkeit in O ist, und vorausgesetzt wird, dass diese sich von O aus nach allen Seiten nach der Stetigkeit ändert. Man kann übrigens diese Gleichung als die allgemein gültige ansehen, in so fern für einen äusseren Punkt $k = 0$ ist. Den strengen Beweis dieser Sätze muss man in folgender Abhandlung nachsehen: Untersuchungen über die im verkehrten Verhältnisse des Quadrates der Entfernung wirkenden Anziehungs- und Abstossungskräfte von C. F. Gauss; Leipzig, in der Weidmann'schen Buchhandlung, 1840. Auf eine minder strenge Weise ist man sonst zu diesem Resultate durch Betrachtung einer gleichmässig erfüllten Kugel gelangt. Es sei C ihr Mittelpunct, $\varrho$ dessen Entfernung vom angezogenen Puncte O, r die Entfernung eines Elementes m der Kugel von C; ferner sei $\angle$ mCO $= \psi$, mithin die Entfernung mO $= \sqrt{\varrho^2 - 2r\varrho\cos\psi + r^2}$; endlich sei $\varphi$ die Neigung der Ebene mCO gegen eine feste durch CO gelegte Ebene; so ist $m = k \sin.\psi d\varphi d\psi.\, r^2 dr$ das Massenelement der Kugel, und weil die Dichte k constant ist, das Potential:

$$V = k\iiint\frac{\sin\psi d\varphi d\psi\,.\,r^2 dr}{\sqrt{\varrho^2 - 2r\varrho\cos\psi + r^2}}.$$

Integrirt man von $\varphi = o$ bis $\varphi = 2\pi$ und von $\psi = 0$ bis $\psi = \pi$, so kommt $V = \frac{2\pi k}{\varrho}\int rdr\,(r + \varrho - \sqrt{(r-\varrho)^2})$, wo die Integration noch von $r = 0$ bis $r = R =$ Halbmesser der Kugel auszudehnen und für die Quadratwurzel aus $(r-\varrho)^2$ jedesmal ihr positiver Werth zu setzen ist. Hiernach erhält man für einen ausserhalb der Kugel befindlichen Punct, also wenn $\varrho > R$, $V = \frac{4}{3}\frac{\pi k R^3}{\varrho}$; ist

aber $\varrho < R$, so ergiebt sich der Werth von $V = 2\pi k (R^2 - \frac{1}{3}\varrho^2)$. Da $\varrho^2 = x^2 + y^2 + z^2$, so folgt weiter, wenn hier blos der zweite für den inneren Punkt geltende Werth von V in Betracht gezogen wird, $\frac{dV}{dx} = -\frac{4}{3}\pi kx$, $\frac{d^2V}{dx^2} = -\frac{4}{3}\pi k$, $\frac{dV}{dy} = -\frac{4}{3}\pi ky$, u. s. f., mithin $\frac{d^2V}{dx^2} + \frac{d^2V}{dy^2} + \frac{d^2V}{dz^2} = -4\pi k$ für einen in der Kugel von der Dichte k befindlichen Punkt. Stellt nun V das Potential eines beliebig begrenzten und von anziehender Masse erfüllten Raumes für einen innerhalb liegenden Punkt O vor, von welchem aus die Dichte der Masse sich nach der Stetigkeit ändert, so beschreibe man um O als Mittelpunct eine Kugel von sehr kleinem Halbmesser, nenne $V'$ das Potential ihrer Masse, und $V''$ das Potential der übrigen Masse für den Punct O, so ist $V = V' + V''$. Da für die zu $V''$ gehörige Masse O ein äusserer Punct ist, so hat man $\frac{d^2V''}{dx^2} + \ldots = 0$; gestattet mans ich ferner, die stetig veränderliche Dichtigkeit der um O beschriebenen Kugel, wegen der Kleinheit ihres Durchmessers, als constant zu betrachten, und demnach die vorstehenden Resultate darauf anzuwenden, so kommt $\frac{d^2V'}{dx^2} + \ldots = -4\pi k$, folglich $\frac{d^2V}{dx^2} + \ldots = -4\pi k$, wo k die Dichtigkeit in dem angezogenen Puncte O vorstellt.

In der genannten Abhandlung von Gauss dient die Untersuchung dieser Gegenstände nur als Vorbereitung zu weiter gehenden Untersuchungen über das Potential, von welchen ein Haupt-Resultat dieses ist, dass anstatt einer gegebenen Massenvertheilung im Innern eines überall begrenzten Raumes sich immer eine bloss auf die Oberfläche beschränkte Massenvertheilung setzen lässt, welche für alle Puncte der Oberfläche und des äusseren Raumes dasselbe Potential liefert, wie die ursprüngliche im Innern gegebene Masse. Ich will versuchen, das zum Beweis dieses Satzes Erforderliche aus der Abhandlung zusammen zu stellen, auf welche im Uebrigen verwiesen werden muss.

Diese Untersuchung geht, wie man aus Vorstehendem sieht, von der Annahme aus, dass eine Masse M auch blos an der Oberfläche eines Raumes vertheilt sein kann. Es stelle kds ein Element dieser Masse vor, welches über das Flächenelement ds verbreitet ist; k heisse die Dichtigkeit. Das Potential dieser auf der

Fläche vertheilten Masse für irgend einen Punkt O ist $\int\frac{k\,ds}{r}$, wo $r = \sqrt{(a-x)^2 + (b-y)^2 + (c-z)^2}$, und x, y, z die Coordinaten von O, a, b, c die von ds sind. Führt man Polar-Coordinaten ein, nämlich $a = x + r\cos.\varphi\cos.\psi$, $b = y + r\cos.\psi\sin.\varphi$, $c = z + r\sin\psi$, so wird $\frac{ds}{r} = d\varphi d\psi \sqrt{r^2\cos\psi^2 + \left(\frac{dr}{d\psi}\right)^2\cos\psi^2 + \left(\frac{dr}{d\varphi}\right)^2}$, woraus man sieht, dass das Potential einer Fläche für einen Punct O auch dann einen bestimmten endlichen Werth hat, wenn O in der Fläche liegt, indem es von dem Divisor r befreit ist; und dass es sich nach der Stetigkeit ändert, wenn die Lage von O stetig geändert wird.

Setzt man $V = \int\frac{k\,ds}{r}$, so ist im Allgemeinen $\frac{dV}{dx} = \int\frac{k(a-x)ds}{r^3}$. Dieses Integral erhält jedoch eine unbestimmte Form, und ist zur Darstellung des Werthes von $\frac{dV}{dx}$ nicht unmittelbar tauglich, wenn der Punct O in der Oberfläche liegt. Ist diese eine Kugelfläche vom Halbmesser R, und die Dichte k der über sie vertheilten Masse constant; so findet man zunächst $V = 4\pi k R$ für einen inneren Punkt O, hingegen $V = \frac{4\pi k R^2}{\varrho}$ für einen äusseren Punkt, wobei $\varrho = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$ den Abstand des Mittelpunctes von O bezeichnet. (Der Beweis folgt nachher unter 2.) Hieraus ergiebt sich $\frac{dV}{dx} = 0$ für den innern Punct, dagegen $\frac{dV}{dx} = -\frac{4\pi k R^2 x}{\varrho^3}$ für den äusseren Punkt. Auf der Kugelfläche selbst werden beide Werthe zugleich gelten, je nach dem Zeichen von dx; gleich werden sie nur dann, wenn $x = 0$, $\sqrt{y^2 + z^2} = \pm R$, also wenn das Linear-Element dx auf der Oberfläche selbst liegt.

Allgemein erhalten die Ausdrücke $\frac{dV}{dx}, \frac{dV}{dy}, \frac{dV}{dz}$, oder die nach den Axen x, y, z wirkenden Componenten der Anziehung, an der Oberfläche zwei verschiedene Werthe, je nachdem dx, dy, dz als positiv oder als negativ betrachtet werden; wenn jedoch das Element dx auf der Fläche liegt, so fallen beide Werthe von $\frac{dV}{dx}$ zusammen. Die nähere Untersuchung dieses Gegenstandes glaube ich hier übergehen und auf die §. 13 — 18 der Abhandlung verweisen zu dürfen. Im Folgenden kommen Ableitungen von Potentialen

nur unter Umständen vor, in welchen ihre Werthe sich ohne Zweideutigkeit ergeben.

1. Ein mehrfach zur Anwendung kommender Satz ist folgender: Es sei V das Potential von Massen $M'$, $M''$, $M'''$, . . die sich in den gleichnamigen Puncten befinden, und v das von Massen $m'$, $m''$, $m'''$, . . . die ebenfalls in den gleichnamigen Puncten sind; es seien $V'$, $V''$, $V'''$, . . . die Werthe von V in $m'$, $m''$, $m'''$, . . . und $v'$, $v''$, $v'''$, . . . die Werthe v in $M'$, $M''$, $M'''$, . . . so hat man

$$M' v' + M'' v'' + M''' v''' + \ldots = m' V' + m'' V'' + m''' V''' + \ldots$$

oder $\Sigma Mv = \Sigma mV$; denn beide Summen sind $= \Sigma \frac{Mm}{r}$, wo M irgend eine der Massen $M'\, M''$ . . ., m eine der $m'\, m''$ . . . ist, r die Entfernung zwischen M und m bezeichnet, und das $\Sigma$ sich auf alle mögliche Combinationen dieser Art bezieht.

2. Das Potential einer Kugelfläche vom Halbmesser R, auf welcher eine Masse mit constanter Dichtigkeit k vertheilt ist, für einen Punct O, dessen Entfernung vom Mittelpuncte gleich $\varrho$ sei, findet sich aus dem oben für eine volle Kugel angegebenen Werth sofort, wenn man die letzte Integration nach r weglässt und $r = R$ setzt. Man erhält $V_{\cdot} = k \int \frac{ds}{r} = \frac{2\pi k R}{\varrho} \left(R + \varrho - \sqrt{(R - \varrho)^2}\right)$, wo für die Quadratwurzel stets ihr positiver Werth gilt; also $V = 4\pi k R$ für einen innern Punct, hingegen $V = \frac{4\pi k R^2}{\varrho}$ für einen äusseren Punct; für die Oberfläche sind beide Werthe gleich. Eine Anwendung dieser beiden Sätze ist folgender

3. Lehrsatz. Es sei V das Potential von Massen, die sich theils im Innern, theils ausserhalb einer Kugelfläche befinden, für irgend ein Element dieser Fläche ds, so ist das Integral von Vds, über die ganze Kugelfläche ausgedehnt, nämlich

$$\int V ds = 4\pi\,(R M^{\circ} + R^2 V^{\circ})$$

wenn $M^{\circ}$ die im Innern der Kugelfläche befindliche Masse, $V^{\circ}$ das Potential der ausserhalb liegenden Masse für den Mittelpunct der Kugel bedeutet. Massen in der Oberfläche können beliebig zu den innern oder äussern gerechnet werden.

Beweis. Da $V = \int \frac{dm}{r}$, wenn dm ein Element der vorgelegten Masse, r seine Entfernung von ds ist, und die Integration über die ganze Masse ausgedehnt wird, so ist $\int V ds = \int ds \int \frac{dm}{r} = \int dm \int \frac{ds}{r}$

nach dem Vorigen. Nun ist* $\int\frac{ds}{r} = 4\pi R$ für ein im Innern der Kugelfläche liegendes Massenelement dm, hingegen $= \frac{4\pi R^2}{\varrho}$ für ein äusseres Element, also $\int V ds = 4\pi R M^0 + 4\pi R^2 \int\frac{dm}{\varrho}$, wo $\varrho$ den Abstand des äussern Elementes dm vom Mittelpuncte, mithin $\int\frac{dm}{\varrho} = V^0$ das Potential aller äusseren Massen für den Mittelpunct ist; w. z. b. w.

4. Es sei P die Kraft, welche ein Massenpunct m auf das Element ds einer den zusammenhängenden endlichen Raum T begrenzenden Fläche in der Richtung der Normale ausübt, so hat man, wenn u die Neigung der nach innen gehenden Normale in ds gegen die von ds nach m gehende Gerade bezeichnet, $P = \frac{m \cos u}{r^2}$. Beschreibt man um den Mittelpunct m eine Kugel vom Halbmesser $= 1$, nennt $d\Pi$ ein Flächenelement auf derselben, und sind $ds'$, $ds''$, ... die Flächenelemente, welche die von der Spitze m ausgehende Pyramide, deren Grundfläche $d\Pi$, auf der Oberfläche von T abschneidet, so hat man, wenn der Punct m ausser dem Raume T liegt, so dass die Pyramide bei $ds'$ in diesen eintritt, bei $ds''$ austritt, bei $ds'''$ wieder ein- und bei $ds^{IV}$ wieder austritt, u. s. f.

$$d\Pi = -\frac{ds'.\cos.u'}{r'r'} = +\frac{ds''.\cos.u''}{r''r''} = -\frac{ds'''.\cos.u'''}{r'''r'''} = \dots$$

weil der Winkel u beim Eintreten stumpf, beim Austreten spitz ist und $d\Pi$ positiv genommen wird. Da nun die Anzahl der Orte des Ein- und Austretens der von m ausgehenden Pyramide für einen äussern Punct gerade ist, so ist hiernach die Summe $P'ds' + P''ds'' + P'''ds''' \dots$ auf alle diese Elemente erstrekt, Null, weil $P' = +\frac{m.\cos.u'}{r'r'}$, $P'' = +\frac{m.\cos.u''}{r''r''}$ u. s. f.; folglich ist das Integral $\int P ds = 0$, wenn m ausserhalb des Raumes T liegt, und die Integration die ganze Oberfläche von T umfasst. Folglich ist auch $\int P ds = 0$, wenn P die normale Kraft ist, welche aus einer beliebig im äussern Raume vertheilten Masse entspringt.

Liegt der Punct m im Raume T, so hat man, wenn die von m ausgehende Pyramide von der Grundfläche $d\Pi$ in $ds'$ austritt, in $ds''$ wieder ein- und in $ds'''$ wieder austritt, u. s. f.,

$$d\Pi = +\frac{ds'.\cos u'}{r'r'} = -\frac{ds''.\cos u''}{r''r''} = +\frac{ds'''.\cos u'''}{r'''r'''} = \dots$$

und mithin für alle diese Elemente, deren Anzahl ungerade ist, $P'ds' + P''ds'' + P'''ds''' \ldots = md\Pi$; folglich $\int P ds = 4\,m$, wenn die Integration die ganze Oberfläche von T umfasst. Dieser Werth gilt auch, wenn die Masse m im Innern nicht in einem Punct vereinigt, sondern beliebig darin vertheilt ist.

Liegt m gerade in der Oberfläche von T, so erhält man ebenfalls $\int P ds = \int m d\Pi$, wo aber die Integration nur über die halbe Kugelfläche zu erstrecken ist, wenn nämlich die Oberfläche von T in dem Orte von m eine stetige Krümmung hat; alsdann ist $\int P ds = 2 m\pi$, welches auch gilt, wenn die Masse m in der Oberfläche verbreitet ist.

5. Bezeichnet T einen endlichen Raum, der ganz ausserhalb eines mit Masse erfüllten Raumes liegt; V das Potential dieser Masse, ds ein Element der Oberfläche von T, p einen unbestimmten Theil der auf ds nach innen errichteten Normale, so ist $\frac{dV}{dp}$ für $p = 0$ die normale Componente der Anziehung in ds, oder einerlei mit dem vorigen P. Bezeichnet man noch mit q die Intensität der Anziehung jener Masse, in dem Orte irgend eines Elementes dT des endlichen Raumes T, so ist

$$\int V \frac{dV}{dp} ds = -\int q^2\, dT$$

wo die erste Integration die ganze Oberfläche des Raumes T, die zweite den ganzen Raum T umfasst.

Beweis. Es seien x, y, z die Coordinaten von dT, also das Element $dT = dx\,dy\,dz$, so hat man

$$q^2 = \left(\frac{dV}{dx}\right)^2 + \left(\frac{dV}{dy}\right)^2 + \left(\frac{dV}{dz}\right)^2. \text{ Ferner ist}$$

$$d\left(V \frac{dV}{dx}\right) = \left(\frac{dV}{dx}\right)^2 + V \frac{d^2V}{dx^2}, \text{ folglich}$$

$$\int \left\{\left(\frac{dV}{dx}\right)^2 + V \frac{d^2V}{dx^2}\right\} dx = -V' \frac{dV'}{dx'} + V'' \frac{dV''}{dx''} - V''' \frac{dV'''}{dx'''} + \ldots$$

wenn die Integration nach x über alle Elemente des Raumes T ausgedehnt wird, welche zugleich dem über der Grundfläche dydz senkrecht errichteten Prisma angehören, und wenn $x', x'', x''', \ldots$ die Werthe von x sind, für welche dieses Prisma zuerst in den Raum T eintritt, dann wieder austritt, u. s. f. Bezeichnet man mit $\xi', \xi'', \ldots$ die Neigungen der innern Normalen der Oberfläche von T an diesen Stellen, gegen die Axe x, so ist $dy\,dz = \cos.\xi'.\, ds'$

$= -\cos.\xi''\,ds''$ u. s. f.; daher ist $\iiint\left\{\left(\frac{dV}{dx}\right)^2 + V\frac{d^2V}{dx^2}\right\} dx\,dy\,dz$ $= -\iint V\frac{dV}{dx}\cos.\xi\,ds$, oder weil $\cos.\xi = \frac{dx}{dp}$, $\iiint\left\{\left(\frac{dV}{dx}\right)^2 + V\frac{d^2V}{dx^2}\right\} dT = -\iint V\frac{dV}{dx}\frac{dx}{dp}\,ds$, wo die dreifache Integration den Raum T, die zweifache seine Oberfläche umfasst. Da ähnliche Gleichungen für y und für z gelten, und da $\frac{d^2V}{dx^2} + \frac{d^2V}{dy^2} + \frac{d^2V}{dz^2} = 0$ für jeden Punct des Raumes T, so erhält man durch Addition dieser drei Gleichungen:

$$\int q^2\,dT = -\int V\left(\frac{dV}{dx}\cdot\frac{dx}{dp} + \frac{dV}{dy}\cdot\frac{dy}{dp} + \frac{dV}{dz}\cdot\frac{dz}{dp}\right) ds$$

$$= -\int V\frac{dV}{dp}\,ds, \text{ w. z. b. w.}$$

Hieraus folgt:

*Lehrsatz.* Ist das Potential einer Masse, welche sich ganz ausserhalb eines geschlossenen endlichen Raumes T befindet, für alle Puncte der Oberfläche dieses Raumes constant = A, so ist es auch im Innern desselben constant und = A.

Da nämlich V für die Oberfläche constant ist, so ist $\int V\frac{dV}{dp}ds = V\int\frac{dV}{dp}ds = 0$ nach 4., weil $\frac{dV}{dp}$ = den dortigen P; folglich $\int q^2\,dT = 0$; also ist $q^2 = 0$, also $\frac{dV}{dx} = 0$, $\frac{dV}{dy} = 0$, $\frac{dV}{dz} = 0$, überall im Raum T; und da sich V stetig ändert, so muss es in diesem Raum überall den Werth haben, den es an der Oberfläche hat.

6. Diese Resultate erleiden keine Aenderung, wenn einige der vorkommenden Massen anziehend, andere dagegen abstossend wirksam gedacht werden; man würde nur solche Massen durch entgegengesetzte Zeichen in der Rechnung zu unterscheiden haben. Die Vertheilung einer Masse in einem Raume, oder auf einer Fläche, heisst *gleichartig*, wenn alle Elemente derselben gleiche Zeichen haben, *ungleichartig*, wenn einige Elemente den übrigen entgegengesetzt sind. Die gesammte vertheilte Masse ist in jedem Falle gleich der algebraischen Summe aller Massenelemente und kann also auch = 0 sein.

7. Eine Masse $M = \int m\,ds$ sei über eine Fläche gleichartig vertheilt; es sei $V = \int\frac{m\,ds}{r}$ ihr Potential für irgend einen in der

Fläche befindlichen Punct. Die Masse M kann man sich der Kürze wegen positiv denken; mithin sind es, auch ihre Elemente mds. Bezeichnet man die grösste Entfernung zweier Puncte auf der Fläche von einander mit R, so ist offenbar $V > \frac{M}{R}$; folglich ist auch, wenn U irgend eine Grösse ist, die für jeden Punct der Fläche einen bestimmten endlichen und sich nach der Stetigkeit ändernden Werth hat, und wenn $-U$ in jedem Puncte der Fläche grösser als die Constante $-U'$, $V - 2U > \frac{M}{R} - 2U'$; daher ferner, wenn man auf beiden Seiten mit mds multiplicirt und über die Fläche integrirt, $\int (V - 2U)\, mds > \left(\frac{M}{R} - 2U'\right) M$; folglich hat das Integral $\Omega = \int (V - 2U)\, mds$ nothwendig, für eine gewisse gleichartige Vertheilung von M, einen kleinsten Werth.

Um diese gleichartige Vertheilung zu finden, für welche $\Omega$ ein Minimum wird, denke man sich im Elemente ds die Masse mds vertauscht mit $(m+\mu)\, ds$, so dass $\mu ds$ eine kleine Aenderung der Masse mds vorstellt, die positiv oder negativ sein kann; jedoch muss $m+\mu$ überall positiv sein, weil die Vertheilung gleichartig bleiben soll. Man erhält $\delta\Omega = \int \delta V . mds + \int (V - 2U)\, \mu ds$; und weil $\delta V = \int \frac{\mu ds}{r}$ ist, folglich $\int \delta V . mds = \int \mu ds \int \frac{mds}{r} = \int V \mu ds$ (nach 1.), so ist $\delta\Omega = 2 \int (V - U)\, \mu ds$. Zugleich ist die Summe aller Aenderungen der Massen, nämlich $\int \mu ds = 0$, weil die Gesammtmasse $= M$ bleiben soll.

Damit $\delta\Omega$ nicht negativ werde, muss in dem belegten Theile der Fläche $V - U = W$ constant sein. Denn wäre W daselbst theilweise grösser, theilweise kleiner als A, so setze man $\mu$ negativ in einem Theile, wo $W > A$, und positiv in einem Theile wo $W < A$ und $\mu =$ Null in allen übrigen; alsdann wird offenbar $\delta\Omega = \int (W - A)\, \mu ds$ negativ; was nicht Statt finden kann, wenn $\Omega$ seinen kleinsten Werth hat. Wenn also die ganze Fläche belegt ist, so ist auch W in derselben überall $= A$. Sollte aber bei dem Minimum von $\Omega$ ein Flächentheil unbelegt bleiben, so kann in diesem nicht $W < A$ sein. Denn wäre an irgend einer unbelegten Stelle $W < A$, so belege man dieselbe mit positiven Massen $\mu ds$, aus dem belegten Theile weggenommen; alsdann ist $\delta\Omega = \int (W - A)\, \mu ds$ offenbar negativ; denn für den zuerst belegten Theil war $W = A$,

und für den nachher belegten $W < A$, und $\mu$ positiv, für den unbelegten Theil aber, wo $W > A$ war, ist $\mu = 0$, weil er nicht belegt worden ist. Also wird alsdann $\delta\Omega$ negativ; was nicht zulässig ist.

Wenn daher bei gleichartiger Vertheilung von M das Minimum von $\Omega$ stattfindet, so ist in dem belegten Theile der Fläche die Differenz $V - U$ constant $= A$, in dem unbelegten Theile aber, wenn ein solcher vorhanden, $V - U = A$ oder $> A$.

8. Das Potential V von Massen, die sämmtlich ausserhalb eines zusammenhängenden Raumes liegen, kann nicht in einem Theile dieses Raumes einen constanten Werth und in einem anderen Theile desselben einen verschiedenen Werth haben.

Denn es sei in dem masseleeren Raume A das Potential V überall $= a$, und in einem anderen an A grenzenden ebenfalls leeren Raume B sei überall $V > a$; so beschreibe man eine Kugel, wovon ein Theil in B, der übrige Theil aber nebst dem Mittelpuncte in A enthalten ist, welche Construction allemal möglich sein wird. Ist R der Halbmesser der Kugel, und ds ein Element ihrer Oberfläche, so ist $\int V ds = 4\pi R^2 a$ (nach 3., da alle Massen ausser der Kugel liegen, also $M^0 = 0$, und $V^0 = a$); folglich da $\int ds = 4\pi R^2$, so ist $\int (V - a)\, ds = 0$. Dies kann aber nicht sein, da in A, $V = a$, und in B, $V > a$ ist.

Eben so wenig kann das Potential in einem an A grenzenden Raume $< a$ sein. Offenbar aber müsste wenigstens einer dieser beiden Fälle Statt finden, wenn der Lehrsatz falsch wäre.

9. Lehrsatz. Wenn von Massen, welche sich blos in dem endlichen Raume T oder auch ganz oder theilweise auf dessen Oberfläche S stetig vertheilt befinden, d. h. so dass jedes Flächenelement nur mit einer unendlich kleinen Masse belegt ist, das Potential V in allen Puncten von S einen constanten Werth A hat; so wird das Potential in jedem Puncte $O'$ des unendlichen äusseren Raumes $T'$, wenn $A = 0$ ist, gleichfalls $= 0$ sein; wenn aber A nicht Null ist, so liegt das Potential in jedem Puncte von $T'$ zwischen 0 und A.

Beweis. Man kann sich der Kürze wegen das Potential A positiv denken. Gesetzt nun in einem Puncte $O'$ von $T'$ wäre $V = B$ und $B > A$; so sei C eine Grösse zwischen A und B. Da V sich überall stetig ändert, so muss, wenn man von $O'$ aus in

einer beliebigen Richtung gerade fortgeht, sich in dieser nothwendig ein Punct finden, wo $V = C$ wird; denn trifft die gezogene gerade Linie die Fläche des Raumes T, für welche $V = A$, in einem Puncte Q, so muss auf der geraden OQ irgendwo zwischen O und Q, $V = C$ werden, weil V von B nach A stetig sich ändert; trifft jene gerade Linie die Fläche nicht, so muss V für sehr entfernte Puncte derselben sich der Null nähern, also vorher ebenfalls $= C$ werden. Folglich kann man um O′ eine in sich geschlossene Fläche legen, welche ganz ausserhalb der wirkenden Massen liegt, und auf welcher das Potential überall $= C$ ist. Folglich ist nach dem in 5. aufgestellten Lehrsatz, das Potential auch im Innern dieser Fläche constant, und kann also im Puncte O′ nicht $= B$ oder grösser als C sein, wie vorausgesetzt wurde. Also kann das Potential in O′ nicht grösser als A sein. — Dass ferner das Potential in O′ nicht negativ sein kann, ergiebt sich ebenso, wenn man unter C eine negative, nämlich zwischen Null und dem angenommenen negativen Werthe B des Potentials in O′ liegende Grösse versteht. Denn das Potential muss von B aus in jeder Richtung sich entweder A oder 0 nähern, folglich in jeder Richtung vorher den Werth C erreichen, welcher zwischen B und o und auch zwiscqen B und A liegt, da A positiv ist. Hieraus folgt das Uebrige, wie vorhin.

Insbesondere folgt, dass V, wenn sein Werth A in der Oberfläche S überall $= 0$ ist, auch im äussern Raume T′ überall Null ist.

Ist aber A nicht Null, so kann V im äussern Raume nicht $= A$ und auch in keiner endlichen Entfernung von den wirkenden Massen $= 0$ sein. Denn es sei V in $O' = B$, so folgt wenn um O′ eine Kugel beschrieben wird, deren Halbmesser R kleiner ist, als die kleinste Entfernung des Punctes O′ von S, für die Oberfläche derselben $\int V ds = 4\pi R^2 B$, (nach 3.), also: $\int (V - B)\, ds = 0$. Wenn nun $B = 0$, so folgt $\int V ds = 0$, mithin, da V nirgend negativ ist, muss es überall auf der Kugel $=$ o sein; wäre $B = A$, so folgt, weil V überall nicht $> A$, dass V überall auf der Kugel $= A$ sein müsste. Folglich wäre V auch im Innern der Kugel überall $= 0$ oder $= A$, nach dem Lehrsatz in 5. Nach 8. müsste dann V im ganzen äusseren Raume $= 0$ oder $= A$ sein. Es kann aber in sehr entfernten Puncten nicht A sein, weil es sich dort der Null nähert, und A von Null verschieden ist. Es kann in der Nähe

der Oberfläche nicht = 0 sein, weil es in der Oberfläche = A ist und sich stetig ändert.

Also ist überall im äusseren Raume das Potential = 0, wenn es in der Oberfläche Null ist, liegt hingegen zwischen 0 und A, wenn es in der Oberfläche = A ist.

10. Im Artikel 7. setze man U = 0, so ist für das Minimum von $\int V m ds$, welches durch gleichartige Vertheilung der Masse M auf der Fläche sich bewirken lässt, nach dem Lehrsatze dieses Artikels, V in dem belegten Theile constant = A; in dem unbelegten Theile der Fläche, wenn es einen solchen gäbe, müsste V = A oder > A sein. Nach 9. muss aber V in dem unbelegten Theile < A sein. Denn unter dem Raume T in 9. kann man den belegten Theil der Fläche verstehen, und ihren unbelegten Theil zum äusseren Raume T′ rechnen; da nun das Potential in der Fläche von T überall = A ist, so liegt es in jedem Puncte des äusseren Raumes zwischen 0 und A.

Die Annahme, dass ein Theil der Fläche unbelegt bleibe, wenn $\int V m ds$ ein Minimum ist, führt also auf einen Widerspruch, wofern man nicht noch annimmt, dass der constante Werth A von V in dem belegten Theile der Fläche gerade Null sei. Alsdann aber wäre, nach dem vorigen Artikel, der Werth von V überall = 0; folglich auch, wenn dt ein beliebig auf der Fläche oder im Raume gedachtes Linear-Element bezeichnet, ist $\frac{dV}{dt} = 0$; also verschwindet jede Anziehung (oder Abstossung) der auf der Fläche vertheilten Masse M auf jeden Punct in der Fläche oder ausser ihr. Da die Vertheilung der Masse gleichartig ist, so ist einleuchtend, dass dieser Fall nicht stattfinden kann, ausgenommen wenn die Gesammtmasse M = 0, folglich auch die Dichtigkeit m in jedem Flächenelemente Null und mithin die ganze Fläche unbelegt wäre.

Also: Wenn eine Masse M auf der Fläche gleichartig so vertheilt ist, dass auf jedes Flächenelement ds das Massenelement m ds kommt, und dass $\int V m ds$ ein Minimum wird, so bleibt kein Flächenstück unbelegt, und das Potential $V = \int \frac{m ds}{r}$ hat auf der ganzen Fläche überall denselben Werth.

Zusatz. Diese Vertheilung ist nur auf eine Art möglich; denn denkt man sich eine zweite dasselbe leistende Vertheilung, in welcher die Dichtigkeit $m' = m + \mu$ an die Stelle von m tritt

so wäre das Potential $V'$ ebenfalls constant, wie $V$, und $\int Vmds = \int V'm'ds$, also $V\int mds = V'\int m'ds$; zugleich aber wäre die Gesammtmasse in beiden Fällen gleich, nämlich $\int mds = \int m'ds$; folglich $V = V'$. Da nun $V - V'$ das Potential der Masse $\int \mu ds = 0$ ausdrückt, so wäre dieses Potential auf der Fläche und im ganzen Raume Null; folglich wäre auch die Wirkung der auf der Fläche vertheilten Masse $\int \mu ds$, welche Masse $= 0$ ist, überall Null. Dies ist nicht möglich, wenn nicht die Dichtigkeit $\mu$ in jedem Puncte der Fläche Null ist. Dieser letzte Schluss ist, da hier von einer ungleichartigen Vertheilung der Gesammtmasse Null die Rede ist, allerdings nicht so unmittelbar einleuchtend, wie vorhin bei gleichartiger Vertheilung; die strenge Begründung desselben ist aus §. 18. der Abhandlung zu entnehmen.

11. Diese Sätze liefern die Mittel um zu beweisen, dass es immer, wenn nicht eine gleichartige, doch eine ungleichartige Vertheilung einer gegebenen Masse $M$ auf der Fläche giebt, für welche die Differenz $W = V - U$ einen constanten Werth erhält, wenn $V$ das Potential von $M$ in irgend einem Puncte der Fläche bedeutet, und $U$ eine für jeden Punct der Fläche beliebig gegebene, jedoch stetig veränderliche Grösse ist, wie in 7.

Denkt man sich zunächst $U = 0$, so giebt es nach 10. eine gleichartige Vertheilung, für welche $V$ überall in der Fläche einen constanten Werth $A$ erhält, der nur dann Null sein könnte, wenn $M = 0$ wäre, was nicht angenommen wird. Es sei die dieser Vertheilung entsprechende Dichtigkeit $m = m^0$, so dass $m^0 ds$ die auf das Flächenelement $ds$ gelegte Masse anzeigt und $\int m^0 ds = M$ ist. Das Potential auf der Fläche für diese Vertheilung sei $V^0$; sein Werth ist constant; ferner ist kein Theil der Fläche unbelegt.

Man denke sich eine zweite gleichartige Vertheilung der Masse $M$, in welcher $m = m'$, $V = V'$ sei, und welche dem Minimum des Ausdruckes $\int (V - 2\varepsilon U)\, mds$ entspreche, wo $\varepsilon$ einen beliebigen constanten Coefficienten bezeichnet.

Ferner denke man sich eine dritte Vertheilung, für welche $m = \mu$, $V = v$ sei; die Dichtigkeit $\mu$ in dem Elemente $ds$ sei bestimmt durch die Gleichung: $\mu = \frac{m' - m^0}{\varepsilon}$; daher $v = \frac{V' - V^0}{\varepsilon}$. Da $\int m'ds = \int m^0 ds = M$, so ist $\int \mu ds = 0$; diese Vertheilung ist also eine ungleichartige der Gesammtmasse Null.

Nach 7. ist $V' - \varepsilon U$ in dem bei der zweiten Vertheilung belegten Flächenstück constant; also ist in diesem Flächenstück auch der Werth $V' - \varepsilon U - V^\circ$ constant, da $V^\circ$ überall auf der Fläche gleichen Werth hat; also ist auch $\frac{V' - V^\circ}{\varepsilon} - U = v - U$ in dem bei der zweiten Vertheilung belegten Flächenstück constant.

Denkt man sich nun den constanten, d. h. für alle Puncte der Fläche gleichen Coefficienten $\varepsilon$ unendlich klein, so kann bei der zweiten Vertheilung kein endliches Stück der Fläche unbelegt bleiben. Denn wäre dieses, so müsste $\int V'm'ds$ sich von $\int V^\circ m^\circ ds$ um einen endlichen Werth $e$ unterscheiden, da $\int V^\circ m^\circ ds$ das Minimum von $\int Vmds$ ist, welches Minimum kein unbelegtes Flächenstück zulässt (nach 10.); demnach wäre der Unterschied der Integrale

$$\int (V' - 2\varepsilon U)\, m'ds - \int (V^\circ - 2\varepsilon U)\, m^\circ ds = e - 2\varepsilon \int U(m - m')ds$$

für ein unendlich kleines $\varepsilon$ positiv, weil $e = \int V'm'ds - \int V^\circ m^\circ ds$ positiv und endlich ist; allein dieser Unterschied muss negativ sein, da $\int (V' - 2\varepsilon U)\, m'ds$ den kleinsten Werth von $\int (V - 2\varepsilon U)\, mds$ darstellt.

Nimmt man daher in der dritten Vertheilung für $\mu$ den Grenzwerth von $\frac{m' - m}{\varepsilon}$, bei unendlicher Abnahme von $\varepsilon$, so erhält $v - U$ in der ganzen Fläche einen constanten Werth.

Die Vertheilung der Masse $M$, welche geschehen muss, wenn $V - U$ auf der Fläche constant bleiben soll, wird daher durch $m = m^\circ + \mu$ angegeben, wo $\mu$ den obigen Grenzwerth vorstellt. Denn da $\int \mu ds = 0$, so ist $\int mds = \int m^\circ ds = M$, also die gesammte Masse $= M$; ihr Potential ist $V = V^\circ + v$. Da $V^\circ$ und $v - U$ constant sind, so wird demnach $V - U = V^\circ + v - U$ constant, wie verlangt wurde. — Dass auch diese Vertheilung nur auf eine Art möglich ist, folgt wie das Entsprechende in 10.

12. Es stelle jetzt $-U$ das Potential einer im Innern des von der Fläche umschlossenen Raumes enthaltenen Masse $-M$ vor; $V$ wie bisher das Potential der an der Oberfläche so vertheilten Masse $M$, dass $V - U$ constant ist. Da die Gesammtmasse $M - M = 0$ ist, so folgt, dass der constante Werth $V - U$ ebenfalls $= 0$ sein muss. Denn es sei $R$ der Halbmesser einer den ganzen Raum $(T)$ von $M$ und $-M$ umhüllenden Kugel und $ds$ ein Element desselben, so ist, wenn $V - U$ seinen Werth in $ds$ vorstellt,

$\int(V-U)\,ds = 0$, nach 3., weil die eingeschlossene Masse $= M - M = 0$, und ausserhalb der Kugel keine Masse vorhanden, also auch $V^{\circ} = 0$ ist. Allein das Potential $V - U$, welches an der Oberfläche des Raumes T constant ist, kann nach 9. ausserhalb dieses Raumes sein Zeichen nicht wechseln; folglich kann auch das über die ganze aussen befindliche Kugelfläche ausgedehnte Integral $\int(V-U)\,ds$ nicht Null sein, wenn nicht $V - U = 0$. Folglich ist im ganzen äusseren Raume $V - U = 0$ (vgl. 8.), mithin auch, da sich das Potential nach der Stetigkeit ändert, an der Oberfläche $V - U = 0$.

Da hiernach das vereinigte Potential $V - U$ der im Innern vertheilten Masse $- M$ und der auf der Fläche vertheilten Masse M auf der Fläche und im äusseren Raume überall denselben Werth hat, nämlich Null; so ist auch, wenn dt ein beliebiges Linear-Element auf der Fläche oder im äusseren Raume bezeichnet, $\frac{d(V-U)}{dt} = 0$; d. h. die Anziehung der Gesammtmasse $M - M$ ist nach jeder Richtung auf der Fläche und im äusseren Raume Null. Folglich hält die Wirkung von M in jedem Puncte auf der Fläche und im äusseren Raume der Wirkung von $- M$ Gleichgewicht; oder die Wirkung einer inneren Masse $- M$ lässt sich durch eine passende Vertheilung derselben Masse $- M$ an der Oberfläche, für diese Fläche und den ganzen äusseren Raum vollständig ersetzen; w. z. b. w.

12. Denkt man sich eine beliebige Massenvertheilung blos auf den äusseren von einer geschlossenen Fläche S begrenzten Raum beschränkt, so kann man ihre Wirkung auf den inneren Raum ebenfalls durch eine blos auf der Oberfläche vertheilte Masse ersetzen. Bezeichnet nämlich U das Potential der äusseren Massen M für einen beliebigen Punct der Fläche S, so lässt sich nach 11. eine willkührlich gegebene Masse $M'$ auf der Fläche, wenn nicht gleichartig, so doch ungleichartig, so vertheilen, dass, wenn V das Potential von $M'$ für die Fläche S bedeutet, die Differenz $V - U$ auf der ganzen Fläche S constant wird. Da der unter 5. aufgestellte Lehrsatz noch richtig bleibt, wenn ein Theil der Massen sich auf der Oberfläche des geschlossenen Raumes T befindet; so ist das Potential der Masse $M' - M$ auch in dem ganzen Raume innerhalb der Fläche S constant, und mithin die Wirkung der Masse $M'$ in jedem Puncte dieses inneren Raumes einerlei mit der Wirkung von M in demselben Puncte.

Die Ausdehnung des Lehrsatzes in 5. rechtfertigt sich durch ähnliche Betrachtungen wie in 9. angewandt sind. Wäre nämlich das Potential der Masse M' — M in einem Puncte O des inneren Raumes verschieden von seinem constanten Werthe A an der Oberfläche S dieses Raumes, so sei B sein Werth in O. Bezeichnet nun C eine Grösse zwischen B und A, so müsste das Potential, da es sich nur stetig ändert, in jeder Richtung von O aus, bevor es den Werth A erlangt, = C werden; also liesse sich um O eine ganz im inneren Raume liegende geschlossene Fläche beschreiben, auf welcher das Potential überall = C wäre. Nach 5. wäre dasselbe mithin auch innerhalb dieser Fläche und mithin in O selbst = C, was der Voraussetzung widerspricht. —

Die Verwandlung des Ausdruckes $\frac{d^2V}{dx^2} + \frac{d^2V}{dy^2} + \frac{d^2V}{dz^2}$ (= W) durch Polarcoordinaten kommt häufig vor und liegt namentlich auch der Untersuchung von Gauss über die allgemeine Theorie des Erdmagnetismus zu Grunde. Man bewirkt sie am leichtesten dadurch, dass man zuerst Polarcoordinaten in der Ebene xy einführt, nämlich $x = \varrho \cos\psi$, $y = \varrho \sin\psi$, und nachher $\varrho = r\cos\varphi$, $z = r\sin\varphi$ setzt. Man erhält:

$$dx = \cos\psi d\varrho - \varrho\sin\psi d\psi,\quad dy = \sin\psi d\varrho + \varrho\cos\psi d\psi$$

$$d\varrho = \cos\psi dx + \sin\psi dy,\quad \varrho d\psi = \cos\psi dy - \sin\psi dx$$

und weil $\frac{dV}{dx}dx + \frac{dV}{dy}dy = \frac{dV}{d\varrho}d\varrho + \frac{dV'}{d\psi}d\psi$ ist,

$$\frac{dV}{d\varrho} = \frac{dV}{dx}\cos\psi + \frac{dV}{dy}\sin\psi,\quad \frac{1}{\varrho}\frac{dV}{d\psi} = \frac{dV}{dy}\cos\psi - \frac{dV}{dx}\sin\psi$$

$$\frac{dV}{dx} = \frac{dV}{d\varrho}\cos\psi - \frac{1}{\varrho}\frac{dV}{d\psi}\sin\psi,\quad \frac{dV}{dy} = \frac{dV}{d\varrho}\sin\psi + \frac{1}{\varrho}\frac{dV}{d\psi}\cos\psi$$

Mit Hülfe dieser Ausdrücke ergiebt sich:

$$\frac{d^2V}{dx^2} + \frac{d^2V}{dy^2} = \frac{d^2V}{dx d\varrho}\cdot\frac{d\varrho}{dx} + \frac{d^2V}{dx d\psi}\cdot\frac{d\psi}{dx} + \frac{d^2V}{dy d\varrho}\cdot\frac{d\varrho}{dy} + \frac{d^2V}{dy d\psi}\cdot\frac{d\psi}{dy}$$

$$= \frac{d^2V}{dx d\varrho}\cos\psi + \frac{d^2V}{dy d\varrho}\sin\psi + \frac{1}{\varrho}\left\{\frac{d^2V}{dy d\psi}\cos\psi - \frac{d^2V}{dx d\psi}\sin\psi\right\}$$

$$= \frac{d\left(\frac{dV}{dx}\cos\psi + \frac{dV}{dy}\sin\psi\right)}{d\varrho} + \frac{1}{\varrho}\,\frac{d\left(\frac{dV}{dy}\cos\psi - \frac{dV}{dx}\sin\psi\right)}{d\psi}$$

$$+ \frac{1}{\varrho}\left(\frac{dV}{dx}\cos\psi + \frac{dV}{dy}\sin\psi\right),\ \text{also}$$

$$\frac{d^2V}{dx^2} + \frac{d^2V}{dy^2} = \frac{d^2V}{d\varrho^2} + \frac{1}{\varrho^2}\frac{d^2V}{d\psi^2} + \frac{1}{\varrho}\frac{dV}{d\varrho}.$$

Um ferner von $\varrho$ und $z$ auf $r$ und $\varphi$ überzugehen, braucht man in vorstehender Formel nur $x$, $y$, $\varrho$, $\psi$ mit $\varrho$, $z$, $r$, $\varphi$ zu vertauschen; man erhält:

$$\frac{d^2V}{d\varrho^2} + \frac{d^2V}{dz^2} = \frac{d^2V}{dr^2} + \frac{1}{r}\frac{dV}{dr} + \frac{1}{r^2}\frac{d^2V}{d\varphi^2}.$$

Die Addition dieser Gleichungen giebt $W = \frac{d^2V}{dr^2} + \frac{1}{r}\frac{dV}{dr} + \frac{1}{r^2}\frac{d^2V}{d\varphi^2} + \frac{1}{\varrho}\frac{dV}{d\varrho} + \frac{1}{\varrho^2}\frac{d^2V}{d\psi^2}$, und wenn für $\varrho$ sein Werth $r\cos\varphi$ gesetzt wird, wodurch $\frac{dV}{d\varrho}$ sich, nach Analogie des obigen Werthes von $\frac{dV}{dx}$, in $\frac{dV}{dr}\cos\varphi - \frac{1}{r}\frac{dV}{d\varphi}\sin\varphi$ verwandelt, so kommt

$$W = \frac{d^2V}{dr^2} + \frac{2}{r}\frac{dV}{dr} + \frac{1}{r^2}\frac{d^2V}{d\varphi^2} - \frac{1}{r^2}\frac{dV}{d\varphi}\operatorname{tg}\varphi + \frac{1}{r^2\cos\varphi^2}\frac{d^2V}{d\psi^2}$$

$$\text{oder}\quad r^2W = r\frac{d^2(rV)}{dr^2} + \frac{d^2V}{d\varphi^2} + \frac{1}{\cos\varphi^2}\frac{d^2V}{d\psi^2} - \frac{dV}{d\varphi}\operatorname{tg}\varphi$$

welches die verlangte Umformung ist. — Ist nun eine Kugel vom Halbmesser R als Träger nach dem umgekehrten Quadrate der Entfernung anziehender (oder abstossender) Massen gegeben, so ist für jeden Punct ausser der Kugel $W = 0$. Zugleich ist alsdann $V = \int\frac{dm}{\sqrt{r^2 - 2r\varrho\cos\Theta + \varrho^2}}$, wenn $dm$ ein Massenelement der Kugel, $\varrho$ dessen Entfernung vom Mittelpuncte C, und $r$ die Entfernung des äusseren Punctes O von C, endlich $\Theta$ den Winkel zwischen $r$ und $\varrho$ bezeichnet, also $\cos\Theta$ den Werth $\cos\varphi\cos\varphi'\cos(\psi-\psi') + \sin\varphi\sin\varphi'$, in welchem $\varphi$ und $\psi$ sich auf O, $\varphi'$ und $\psi'$ auf $dm$ beziehen. Da $r$ grösser ist als R und mithin grösser als alle $\varrho$, so kann man $\frac{1}{\sqrt{r^2 - 2r\varrho\cos\Theta + \varrho^2}}$ und mithin auch V nach fallenden Potenzen von $r$ entwickeln; setzt man hiernach, um der Gleichung $W = 0$ Genüge zu leisten, $\frac{V}{R} = \frac{P_0R}{r} + \frac{P_1R^2}{r^2} + \frac{P_2R^3}{r^3} + \ldots$, so sind die Coefficienten $P_0$, $P_1$, $P_2$, ... rationale ganze Functionen der auf den Punct O bezüglichen Werthe von $\cos\psi\cos\varphi$, $\sin\psi\cos\varphi$, $\sin\varphi$, von bestimmter Form, deren numerische Coefficienten sich aus den Werthen von V an der Oberfläche herleiten lassen. Nämlich die Reihe für $\frac{V}{R}$, in welcher $r > R$, bleibt noch convergent, wenn $r = R$ angenommen wird, und stellt alsdann d Werthe von $\frac{V}{R}$ auf der Oberfläche dar, wenn die numeris

Coefficienten in $P_0$, $P_1$, $P_2$ .. gehörig bestimmt sind. Ueber die Darstellung einer willkürlichen Function von $\varphi$ und $\psi$ durch eine Reihe von der Form $P_0 + P_1 + P_2 + \ldots$ kann man eine Abhandlung von Lejeune-Dirichlet im 17. Bande des Journals für Mathematik von Crelle (S. 35.) nachsehen. Das Nähere über die von Gauss auf den Magnetismus gemachte Anwendung gehört nicht hierher.

---

## 3. Anziehung des Ellipsoids.

Die für die mechanische Physik wichtige Frage nach der Anziehung, welche eine in dem Raume eines Ellipsoids gleichmässig vertheilte Masse, nach dem Gravitationsgesetze, auf einen Punct ausübt, hat zwar längst ihre Beantwortung gefunden; indessen dürfte die Weitläufigkeit der frühern Bearbeitungen, welche dadurch entstand, dass man den Fall eines äussern Punctes erst durch eine besondere Betrachtung auf den eines inneren zurückzuführen sich genöthigt sah, hier die Mittheilung einer neuen, kürzer zum Ziele führenden Methode von L. Dirichlet*) rechtfertigen. Dieselbe gründet sich auf einige bestimmte Integrale, welche wir zunächst angeben und mit einer kurzen Andeutung ihres Beweises begleiten wollen.

Bezeichnet man, nach Legendre, das Integral $\int_0^\infty e^{-x} x^{a-1} dx$, in welchem a eine reelle positive Zahl ist, durch $\Gamma a$, und sind k und h ebenfalls reelle Grössen, k zugleich positiv, endlich $i = \sqrt{-1}$, so hat man

$$\int_0^\infty e^{-(k+hi)x} x^{a-1} dx = \frac{\Gamma a}{(k+hi)^a} \qquad \text{I.}$$

wo für die vieldeutige Potenz $(k+hi)^a$ der Werth zu setzen ist, welcher für $h = 0$ in den positiven Werth von $k^a$ übergeht, nämlich

$$(k+hi)^a = (k^2+h^2)^{\frac{a}{2}} \cdot e^{ia \,.\, \operatorname{arc\,tg} \frac{h}{k}},$$

in welcher Gleichung $(k^2+h^2)^{\frac{a}{2}}$ nur seinen positiven Werth vorstellt, und $\operatorname{arc\,tg} \frac{h}{k}$ zwischen $-\frac{\pi}{2}$ und $+\frac{\pi}{2}$ zu nehmen ist.

*) Ueber eine neue Methode zur Bestimmung vielfacher Integrale. Schriften der Berliner Academie vom Jahre 1836.

Zum Beweise setze man $k + hi = p$ und $y = \int_0^\infty e^{-px} x^{a-1} dx$, so findet man $\frac{dy}{dp} = -\int_0^\infty e^{-px} x^a dx$, und weil $d\left(e^{-px} x^a\right) = a.e^{-px} x^{a-1} dx - p\, e^{-px} x^a dx$, mithin $a \int_0^\infty e^{-px} x^{a-1} dx = p \int_0^\infty e^{-px} x^a dx$ ist, indem der Ausdruck $e^{-px} x^a$ für $x = 0$ verschwindet, weil a positiv ist, und für $x = \infty$ ebenfalls verschwindet, weil der reelle Theil von p positiv ist; so erhält man: $\frac{dy}{dp} = -\frac{ay}{p}$, also $y \,.\, p^a = C$. Die Constante ergiebt sich für $p = 1$, $= \Gamma a$, und bleibt immer dieselbe, da y eine stetige Function von p ist, so lange nur der reelle Theil von p positiv ist; also ist $y = \frac{\Gamma a}{p^a}$, w. z. b. w.

Setzt man in I. $a = 1$ und $h = 1$, und trennt das Reelle vom Imaginären, so kommt, weil $\Gamma 1 = 1$,

$$\int_0^\infty e^{-kx} \cos x \,.\, dx = \frac{k}{1+k^2}, \quad \int_0^\infty e^{-kx} \sin x \,.\, dx = \frac{1}{1+k^2}.$$

Multiplicirt man die zweite dieser Gleichungen mit dk und integrirt von $k = 0$ bis $k = \infty$, so kommt, weil $\int_0^\infty e^{-kx} dk = \frac{1}{x}$ ist,

$$\int_0^\infty \frac{\sin x}{x} dx = \frac{\pi}{2}. \qquad \text{II.}$$

Folglich ist auch, wenn l eine positive Grösse bezeichnet, und in vorstehender Formel lx für x gesetzt wird, wobei die Grenzen unverändert bleiben, $\int_0^\infty \frac{\sin lx}{x} dx = \frac{\pi}{2}$. Für einen negativen Werth von l ist mithin $\int_0^\infty \frac{\sin lx}{x} dx = -\frac{\pi}{2}$.

Da $2 \sin x \cos gx = \sin(1+g)x + \sin(1-g)x$, so hat man

$$\int^\infty \frac{\sin x}{x} \cos gx \,.\, dx = \frac{1}{2} \int^\infty \frac{\sin(1+g)x}{x} dx + \frac{1}{2} \int^\infty \frac{\sin(1-g)x}{x} dx.$$

Nach dem Vorstehenden wird der Ausdruck auf der re Seite $= \frac{\pi}{2}$, wenn der positive Werth von g zwischen 0 und 1 hingegen = 0, wenn dieser Werth grösser als 1 ist. Daher

$$\frac{2}{\pi}\int_0^\infty \frac{\sin x}{x} \cos gx.dx = 1 \text{ oder } = 0, \qquad \text{III.}$$

je nachdem der positive Werth von g kleiner oder grösser als

Die Formel I. bleibt noch gültig, wenn k = 0, zugleich a nicht allein positiv, sondern auch kleiner als 1 ist, indem unter dieser Voraussetzung das Integral für k = 0 noch eine stimmten Werth behält; es ergiebt sich:

$$\int_0^\infty e^{hxi} x^{a-1} dx = \frac{\Gamma a}{(\pm h)^a} \cdot e^{\pm \frac{a\pi}{2} i} \qquad \text{IV.}$$

wo die oberen oder unteren Zeichen gelten, je nachdem h p oder negativ ist. Setzt man in dieser Formel $a = \frac{1}{2}$ und sch $x^2$ für x, so kommt, wenn man blos den Fall eines positiv berücksichtigt, da bekanntlich $\Gamma(\frac{1}{2}) = \sqrt{\pi}$,

$$\int_0^\infty e^{hx^2 i} dx = \frac{1}{2} \frac{\sqrt{\pi}}{\sqrt{h}} \cdot e^{\frac{\pi}{4} i}.$$

$$\text{mithin} \int_{-\infty}^{+\infty} e^{hx^2 i} dx = \frac{\sqrt{\pi}}{\sqrt{h}} \cdot e^{\frac{\pi}{4} i}.$$

In dieser Gleichung schreibe man $x + \frac{m}{h}$ für x, wo m beliebige reelle Grösse bezeichnet, so bleiben die Grenzen un ändert und man erhält

$$\int_{-\infty}^{+\infty} e^{(hx^2 + 2mx) i} dx = \frac{\sqrt{\pi}}{\sqrt{h}} \cdot e^{\left(\frac{\pi}{4} - \frac{m^2}{h}\right) i}. \qquad \text{V.}$$

Die Integrale III. IV. und V. sind es, welche im Folgen unmittelbar zur Anwendung kommen.

Es seien $\alpha$, $\beta$, $\gamma$ die halben Axen des Ellipsoids, a, b, c Coordinaten des angezogenen Punctes, x, y, z die eines Pun der anziehenden Masse des gleichartigen Ellipsoids, aus dem M telpuncte als Anfange; es sei ferner $\varrho^2 = (x-a)^2 + (y-$ $+ (z-c)^2$ und $\frac{1}{\varrho^p}$ das Anziehungsgesetz, wobei p hier als zw schen 2 und 3 liegend angenommen wird, indem das Verfah

rhalb dieser Grenzen einige leichte Modificationen erfordern le; so ist, nach dem Vorigen, $V = \int \frac{dx\,dy\,dz}{\varrho^{p-1}}$ das Potential nziehenden Masse für den Punct (a, b, c), die Dichtigkeit je- ıls Einheit angenommen. Die verlangte Integration ist eine ıche, und muss sich über alle Werthe von x, y, z erstrecken, velche $\left(\frac{x}{\alpha}\right)^2 + \left(\frac{y}{\beta}\right)^2 + \left(\frac{z}{\gamma}\right)^2 < 1$. Durch Anwendung des unter III. angeführten bestimmten Integrals kann man aber Einführung der aus dieser Bedingung hervorgehenden Grenzen x, y, z ganz vermeiden, und die Integration nach jeder dieser dinaten auf eine von $-\infty$ bis $+\infty$ auszudehnende bringen. nämlich $\left(\frac{x}{\alpha}\right)^2 + \left(\frac{y}{\beta}\right)^2 + \left(\frac{z}{\gamma}\right)^2 < 1$ für alle Puncte im Elli- l, ausserhalb desselben aber $> 1$ ist, so hat man nach jener nel III.

$$\int_0^\infty d\varphi \cdot \frac{\sin\varphi}{\varphi} \cdot \cos\left\{\left(\frac{x}{\alpha}\right)^2 + \left(\frac{y}{\beta}\right)^2 + \left(\frac{z}{\gamma}\right)^2\right\}\varphi = 1 \text{ oder } 0$$

ıchdem der Punct (x, y, z) im Ellipsoid liegt oder ausser ihm; iplicirt man daher diesen Ausdruck mit $\frac{dx\,dy\,dz}{(p-1)\varrho^{p-1}}$, und in- rt nach x, y, z, so erhält man dasselbe Resultat, man mag die gration nach x, y, z blos über den Raum des Ellipsoids, oder den unendlichen Raum ausdehnen, nämlich

$$= \frac{2}{\pi(p-1)} \iiint \frac{dx\,dy\,dz}{\varrho^{p-1}} \int_0^\infty d\varphi \cdot \frac{\sin\varphi}{\varphi} \cdot \cos\left\{\frac{x^2}{\alpha^2} + \frac{y^2}{\beta^2} + \frac{z^2}{\gamma^2}\right\}\varphi$$

die Integrationen nach x, y, z nunmehr alle von $-\infty$ bis $+\infty$ ızuführen sind. Die Methode kommt, wie man sieht, darauf zu- , anstatt des vom Körper erfüllten Raumes den ganzen Raum n Rechnung zu bringen, dass die Dichtigkeit im Körper so wie gegeben ist, ausser ihm aber $= 0$ gesetzt wird. — Statt des tehenden ist es bequemer folgendes Integral zu betrachten:

$$= \frac{2}{\pi(p-1)} \iiint \frac{dx\,dy\,dz}{\varrho^{p-1}} \int_0^\infty d\varphi \cdot \frac{\sin\varphi}{\varphi} \cdot e^{\left(\frac{x^2}{\alpha^2} + \frac{y^2}{\beta^2} + \frac{z^2}{\gamma^2}\right)\varphi i}$$

on V der reelle Theil ist. Mittels der Formel IV. lässt $\frac{1}{\varrho^{p-1}}$ durch ein bestimmtes Integral darstellen, dessen Be-

nutzung die Integrationen nach x, y, z ausführbar macht. Man hat nämlich nach IV.

$$\int_0^\infty e^{\varrho^2\psi i}\,\psi^{\frac{p-1}{2}-1}\,d\psi = \frac{\Gamma\left(\frac{p-1}{2}\right)}{(\varrho^2)^{\frac{p-1}{2}}}\cdot e^{\frac{p-1}{2}\cdot\frac{\pi}{2}i}$$

folglich $\dfrac{1}{\varrho^{p-1}} = \dfrac{1}{(\varrho^2)^{\frac{p-1}{2}}} = \dfrac{e^{-\frac{(p-1)\pi i}{4}}}{\Gamma\left(\frac{p-1}{2}\right)}\displaystyle\int_0^\infty e^{\varrho^2\psi i}\cdot\psi^{\frac{p-3}{2}}\,d\psi.$

Setzt man diesen Werth von $\frac{1}{\varrho^{p-1}}$ in den Ausdruck von T, so kommt man auf ein fünffaches Integral, in welchem man aber die Integrationen nach x, y, z, von $-\infty$ bis $+\infty$, zuerst vollziehen kann, wodurch dasselbe auf ein zweifaches zurückgeführt wird. Man erhält nämlich, da $\frac{p-1}{2}\,\Gamma\left(\frac{p-1}{2}\right) = \Gamma\left(\frac{p+1}{2}\right)$ ist,

$$T = \frac{1}{\pi\Gamma\left(\frac{p+1}{2}\right)}\,e^{-(p-1)\frac{\pi}{4}i}\int_0^\infty\!\!\int_0^\infty d\varphi\,d\psi.\frac{\sin\varphi}{\varphi}.\psi^{\frac{p-3}{2}}.e^{(a^2+b^2+c^2)\psi i}.U$$

wo U ein Product aus drei einfachen Integralen ist, von denen das erste folgende ist: $\displaystyle\int_{-\infty}^{+\infty} e^{\left\{\left(\psi+\frac{\varphi}{\alpha^2}\right)x^2-2ax\psi\right\}i}\,dx$, das zweite und dritte aber sich aus dem ersten durch Vertauschung von α, a mit β, b und mit γ, c sofort ergeben. Der Werth dieses Integrals ist, zufolge V., $\dfrac{\sqrt{\pi}}{\sqrt{\psi+\frac{\varphi}{\alpha^2}}}.\,e^{\frac{\pi}{4}i}.\,e^{-\frac{a^2\psi^2 i}{\psi+\frac{\varphi}{\alpha^2}}}$; die Werthe der beiden andern ergeben sich hieraus durch die genannten Vertauschungen, mithin folgt durch Vereinigung dieser Factoren:

$$T = \frac{-\sqrt{\pi}}{\Gamma\left(\frac{p+1}{2}\right)}.\,e^{-\frac{p\pi i}{4}}\int_0^\infty\!\!\int_0^\infty d\varphi\,d\psi.\frac{\sin\varphi}{\varphi}\times$$

$$\frac{\psi^{\frac{p-3}{2}}}{\sqrt{\left(\psi+\frac{\varphi}{\alpha^2}\right)\left(\psi+\frac{\varphi}{\beta^2}\right)\left(\psi+\frac{\varphi}{\gamma^2}\right)}}.\,e^{\varphi\psi\left(\frac{a^2}{\varphi+\alpha^2\psi}+\frac{b^2}{\varphi+\beta^2\psi}+\frac{c^2}{\varphi+\gamma^2\psi}\right)}$$

Führt man eine neue Veränderliche s ein, welche das Ver-
ältniss $\frac{\varphi}{\psi}$ ausdrückt, und eliminirt mit Hülfe derselben $\psi$ aus vor-
tehendem Integral, so ist $\psi = \frac{\varphi}{s}$, $d\psi = -\frac{\varphi ds}{s^2}$ zu setzen, und
ie Grenzen nach s sind $\infty$ und 0, wofür 0 und $\infty$ zu nehmen
ind, wenn man zugleich das Zeichen des Integrals umkehrt.
lan findet:

$$= \frac{-\sqrt{\pi}}{\Gamma\left(\frac{p+1}{2}\right)} e^{-\frac{p\pi i}{4}} \int_0^\infty\!\!\int_0^\infty d\varphi\, ds \frac{\sin\varphi . \varphi^{\frac{p}{2}-3} . s^{1-\frac{p}{2}}}{\sqrt{\left(1+\frac{s}{\alpha^2}\right)\left(1+\frac{s}{\beta^2}\right)\left(1+\frac{s}{\gamma^2}\right)}} e^{\varphi S i}$$

o $S = \frac{a^2}{\alpha^2+s} + \frac{b^2}{\beta^2+s} + \frac{c^2}{\gamma^2+s}$ ist. Differentiirt man nach
welches blos in S vorkommt, so folgt

$$= \frac{-2ai\sqrt{\pi}}{\alpha^2\,\Gamma\left(\frac{p+1}{2}\right)} . e^{-\frac{p\pi i}{4}} \int_0^\infty ds . \frac{s^{1-\frac{p}{2}}}{\sqrt{\left(1+\frac{s}{\alpha^2}\right)^3\left(1+\frac{s}{\beta^2}\right)\left(1+\frac{s}{\gamma^2}\right)}} \times$$

$$\int_0^\infty d\varphi \sin\varphi . \varphi^{\frac{p}{2}-2} e^{\varphi S i}$$

von der reelle Theil die nach x gerichtete Componente der
ziehung vorstellt, welche mit A bezeichnet werden mag. Es
mmt also darauf an, den reellen Theil von folgendem Aus-
ck zu finden:

$$R = i . e^{-\frac{p\pi}{4} i} . \int_0^\infty d\varphi . \varphi^{\frac{p}{2}-2} . \sin\varphi . e^{\varphi S i} .$$

n ist $2i \sin\varphi = e^{\varphi i} - e^{-\varphi i}$, folglich

$$= e^{-\frac{p\pi}{4} i} \left\{ \int_0^\infty d\varphi . \varphi^{\frac{p}{2}-2} . e^{\varphi(S+1)i} - \int_0^\infty d\varphi . \varphi^{\frac{p}{2}-2} . e^{\varphi(S-1)i} \right\} .$$

Da $\frac{p}{2} - 1$ ein positiver ächter Bruch ist, so kann hier die
mel IV. angewandt werden. Nach ihr erhält man

1. wenn $S > 1$ ist,

$$2R = -i\,\Gamma\left(\frac{p}{2}-1\right)\left\{\frac{1}{(S+1)^{\frac{p}{2}-1}} - \frac{1}{(S-1)^{\frac{p}{2}-1}}\right\};$$

folglich ist der reelle Theil von R gleich Null, wenn $S > 1$.

2. Wenn $S < 1$, so kommt

$$R = \frac{1}{2}\,e^{-\frac{p\pi i}{4}}\,\Gamma\left(\frac{p}{2}-1\right)\left\{\frac{e^{\left(\frac{p}{2}-1\right)\frac{\pi}{2}i}}{(S+1)^{\frac{p}{2}-1}} - \frac{e^{\left(1-\frac{p}{2}\right)\frac{\pi}{2}i}}{(1-S)^{\frac{p}{2}-1}}\right\} =$$

$$\frac{1}{2}\,\Gamma\left(\frac{p}{2}-1\right)\left\{\frac{e^{-\frac{\pi}{2}i}}{(S+1)^{\frac{p}{2}-1}} - \frac{e^{\frac{(1-p)\pi i}{2}}}{(1-S)^{\frac{p}{2}-1}}\right\}$$

wovon der reelle Theil ist:

$$-\frac{1}{2}\,\frac{\Gamma\left(\frac{p}{2}-1\right).\cos\left(\frac{p-1}{2}\right)\pi}{(1-S)^{\frac{p}{2}-1}} = -\frac{1}{2}\,\frac{\Gamma\left(\frac{p}{2}-1\right)\sin\frac{p\pi}{2}}{(1-S)^{\frac{p}{2}-1}},\ \text{oder}$$

weil $\Gamma\left(\frac{p}{2}-1\right).\Gamma\left(2-\frac{p}{2}\right) = \frac{\pi}{\sin\left(\frac{p}{2}-1\right)\pi} = \frac{-\pi}{\sin\frac{p\pi}{2}}$, so e

giebt sich der reelle Theil von $R = \frac{\pi}{2}.\frac{(1-S)^{1-\frac{p}{2}}}{\Gamma\left(2-\frac{p}{2}\right)}$, wenn $S<1$

Für einen innern Punct ist $\frac{a^2}{\alpha^2}+\frac{b^2}{\beta^2}+\frac{c^2}{\gamma^2} > 1$, also um so

mehr, da s nur positive Werthe erhält, $S = \frac{a^2}{\alpha^2+s} + \frac{b^2}{\beta^2+s}$

$+ \frac{c^2}{\gamma^2+s} < 1$; daher gilt für den innern Punct der zweite Werth

des reellen Theils von R und mithin ist:

$$A = \frac{-a.\pi^{\frac{3}{2}}}{\alpha^2\,\Gamma\left(\frac{p+1}{2}\right)\Gamma\left(2-\frac{p}{2}\right)}\int_0^\infty ds.\frac{s^{1-\frac{p}{2}}\,(1-S)^{1-\frac{p}{2}}}{\sqrt{\left(1+\frac{s}{\alpha^2}\right)^3\left(1+\frac{s}{\beta^2}\right)\left(1+\frac{s}{\gamma^2}\right)}}$$

Für einen äusseren Punct ist $\frac{a^2}{\alpha^2}+\frac{b^2}{\beta^2}+\frac{c^2}{\gamma^2} > 1$, also

auch, wenn s von 0 an wächst, anfänglich $S > 1$, bis für

gewissen Werth $s_1$ von $s$, $S = 1$ wird, von wo aus $S$ mit wachsendem $s$ beständig abnimmt. Folglich ist, so lange $s < s_1$, also $S > 1$, der reelle Theil von $R$ Null, für $s > s_1$ aber erhält der reelle Theil von $R$ den anderen Werth; das Integral, welches die Componente $A$ der Anziehung ausdrückt, ist mithin dasselbe wie vorhin, nur nicht von $s = 0$ sondern von $s = s_1$ anfangend. Daher erhält man für einen äusseren Punct:

$$A = \frac{-a \cdot x^{\frac{3}{2}}}{\alpha^2 \Gamma\left(\frac{p+1}{2}\right)\Gamma\left(2-\frac{p}{2}\right)} \int_{s_1}^{\infty} \frac{ds \cdot s^{1-\frac{p}{2}} (1-S)^{1-\frac{p}{2}}}{\sqrt{\left(1+\frac{s}{\alpha^2}\right)^3 \left(1+\frac{s}{\beta^2}\right)\left(1+\frac{s}{\gamma^2}\right)}},$$

wo $s_1$ die positive Wurzel folgender Gleichung ist:

$$\frac{a^2}{\alpha^2+s} + \frac{b^2}{\beta^2+s} + \frac{c^2}{\gamma^2+s} = 1.$$

Für $p = 2$ ergeben sich hieraus die bekannten Resultate.

---

## 5. Lamé et Clapeyron, Mémoire sur l'équilibre intérieur des corps solides homogènes. (Crelles Journal für Math. Band 7.)

Diese Abhandlung geht, in Betreff der Natur eines homogenen festen Körpers, von folgender Voraussetzung aus: Ein homogener fester Körper, der sich in Ruhe befindet und auf welchem keine äusseren Kräfte wirken, ist der Ort einer sehr grossen Menge materieller Puncte (von gleichen Massen), die gleich weit und sehr wenig von einander abstehen, sich aber nicht berühren, und folgendermaassen auf einander wirken: Wenn durch einen äusseren Druck oder eine plötzlich auftretende Kraft zwei beliebige Puncte einander näher oder ferner gerückt werden, so entsteht zwischen ihnen eine Abstossung im ersten, eine Anziehung im zweiten Falle, welche eine Function des ursprünglichen Abstandes und seiner Aenderung ist. Diese Function ist für jeden beliebigen Abstand Null, wenn die Aenderung des Abstandes Null ist; sie nimmt sehr schnell ab, wenn der Abstand wächst, so dass sie einen unmerklichen Werth erhält, wenn der Abstand einen merklichen Werth hat. Je nachdem diese Function sich mehr oder weniger schnell ändert, wenn der Abstand immer mehr geändert wird, bewirkt derselbe Druck im ersten Falle eine geringere, im

zweiten eine grössere Formveränderung; in jenem befinden sich die starren Körper (corps rigides) wie Steine, Metalle; in diesem die elastischen wie Cautschuk.

Die folgende Theorie bezieht sich nur auf den Fall sehr kleiner Formänderungen, indem sie entweder nur die Einwirkung schwacher Kräfte oder eine grosse Starrheit des Körpers voraussetzt. Alsdann wird die Function des ursprünglichen Abstandes ($\zeta$) und seiner Aenderung ($\Delta\zeta$) sich auf das Product aus der ersten Potenz von $\Delta\zeta$ in eine Function $F(\zeta)$ beschränken, welche für jeden merklichen Werth von $\zeta$ Null ist.

Es seien x, y, z die rechtwinklichen Coordinaten eines Theilchens M im Innern des Körpers, u, v, w die durch die angebrachten Kräfte bewirkten Aenderungen derselben, so ist es die Aufgabe, die Verrückungen u, v, w durch x, y, z auszudrücken, unter der Voraussetzung, dass sie sehr klein sind, und zugleich die damit verbundenen Spannungen im Innern des Körpers zu bestimmen. Bezeichnen $x'$, $y'$, $z'$ die anfänglichen Coordinaten eines zweiten Theilchens $M'$, in der Nähe von M, und $u'$, $v'$, $w'$ die Verschiebungen von $M'$, so hat man für die Entfernung $MM' = \zeta$ die Gleichung $\zeta^2 = (x'-x)^2 + (y'-y)^2 + (z'-z)^2$, und für die durch Verschiebung der Theilchen entstandenen Aenderung $\Delta\zeta$:

$$(\zeta+\Delta\zeta)^2 = (x'-x+u'-u)^2 + (y'-y+v'-v)^2 + (z'-z+w'-w)^2$$

oder, mit Weglassung der zweiten Potenzen von $\Delta\zeta$, $u$, $u'$, ... und indem man

$$x'-x = h,\ y'-y = k,\ z'-z = l$$

setzt,

$$\zeta\Delta\zeta = h(u'-u) + k(v'-v) + l(w'-w).$$

Die Kraft mit welcher $M'$ auf M anziehend wirkt, ist nach der Voraussetzung $= F(\zeta).\Delta\zeta$, multiplicirt man diesen Ausdruck mit $\frac{h}{\zeta}$, $\frac{k}{\zeta}$, $\frac{l}{\zeta}$, so ergeben sich ihre Componenten nach x, y, z; diese sind mithin

$$\left\{(u'-u)\frac{h}{\zeta} + (v'-v)\frac{k}{\zeta} + (w'-w)\frac{l}{\zeta}\right\} F(\zeta).\frac{h}{\zeta} \text{ nach } x, \text{ u. s. f.} \quad 1.$$

Eine solche Componente ist positiv oder negativ, je nachdem sie ihren Angriffspunct nach der positiven oder negativen Richtung der ihr entsprechenden Axe (was man durch vorwärts oder rückwärts bezeichnen kann) fortzuziehen strebt.

Die Verschiebung u ist eine Function von x, y, z; bezeichnet man daher u mit $f(x, y, z)$, so ist die auf $M'$ bezügliche Verschie-

ung $u' = f(x', y', z')$, und weil $x' = x + h$, $y' = y + k$, $z' = z + l$,
o ist, wenn man nach Potenzen von h, k, l entwickelt und die
öheren Glieder weglässt:

$$u' - u = \frac{du}{dx}h + \frac{du}{dy}k + \frac{du}{dz}l.$$

)ieser Werth von $u' - u$, und eben so die entsprechenden für
$' - v$, $w' - w$ sind in die unter 1. angegebenen Anziehungs-
:omponenten einzusetzen.

Dieses vorausgesetzt, denke man sich in dem Körper eine
:bene E, parallel mit xy, in der Entfernung = z vom Anfange
er Coordinaten, und einen auf ihr senkrechten Cylinder, von sehr
leiner in E befindlicher Grundfläche $\varepsilon$, von E aus rückwärts er-
:chtet; so lassen sich die aus einer kleinen Verschiebung entste-
enden Wirkungen der vor der Ebene E (also auf ihrer vom Cy-
nder abgekehrten Seite) befindlichen Theilchen auf den Cylinder
)lgendermassen finden: Es sei M das an der Grundfläche $\varepsilon$ lie-
ende Theilchen des Cylinders, dessen (anfängliche) Coordinaten
, y, z sind; M' sei ein vor der Ebene E liegendes Theilchen, des-
en anfängliche Coordinaten $x', y', z'$; so findet man für die Com-
onenten der durch Verschiebung entstehenden Anziehung von M'
af M die unter 1. gegebenen Ausdrücke. Ferner sei $M_1$ ein Theil-
ıen des Cylinders, dessen anfängliche Coordinaten $x, y, z-p$ sind,
'o p eine positive Grösse bezeichnet, der man nur sehr kleine
'erthe beizulegen braucht, weil nur die nahe an der Grundfläche
genden Theile des Cylinders in Betracht kommen, und es sei
ch $M_1'$ das vor der Ebene E befindliche Theilchen, dessen Coor-
1aten $x', y', z'-p$ sind, so dass die gerade Linie $M'_1 M_1$ der Ge-
len $M'M = \varrho$ gleich und parallel ist. Bezeichnet man durch $u_1$,
, $w_1$ die Verschiebungen von $M_1$, und durch $u_1'$, $v_1'$, $w_1'$ die
n $M_1'$, so findet sich $u_1 = f(x, y, z-p)$, also $u_1 = u - \frac{du}{dz}p$,
$' = f(x', y', z'-p)$, also $u_1' = u + \frac{du}{dx}h + \frac{du}{dy}k + \frac{du}{dz}(l-p)$;
glich $u_1' - u_1 = \frac{du}{dx}h + \frac{du}{dy}k + \frac{du}{dz}l = u' - u$, ebenso $v_1' - v_1$
$v' - v$, $w_1' - w_1 = w' - w$; woraus hervorgeht, dass die An-
hung von $M'_1$ auf $M_1$ der von M' auf M parallel und gleich ist,
lem sich für die Componenten jener ebenfalls die Ausdrücke 1.
;eben. Diese Ausdrücke gelten zunächst für die Einheiten der
ıase; drückt man aber das Element des Volumens oder der Masse

des Cylinders von der Grundfläche $\varepsilon$, durch $\varepsilon dp$ aus, und setzt man $h = \zeta \cos\varphi \cos\psi$, $k = \zeta \cos\varphi \sin\psi$, $l = \zeta \sin\varphi$, wodurch für das anziehende Element M' oder M'$_1$ der Ausdruck $\zeta^2 \cos\varphi d\varphi d\psi d\zeta = d\lambda$ erhalten wird, so hat man die unter 1. gegebenen Werthe noch mit $d\lambda . \varepsilon dp$ zu multipliciren. Man findet daher, wenn zur Abkürzung

$$\left(\frac{du}{dx}\cos\varphi\cos\psi + \frac{du}{dy}\cos\varphi\sin\psi + \frac{du}{dz}\sin\varphi\right)\cos\varphi\cos\psi + \left(\frac{dv}{dx}\cos\varphi\right.$$
$$\left.\cos\psi + \frac{dv}{dy}\cos\varphi\sin\psi + \frac{dv}{dz}\sin\varphi\right)\cos\varphi\sin\psi + \left(\frac{dw}{dx}\cos\varphi\cos\psi\right.$$
$$\left. + \frac{dw}{dy}\cos\varphi\sin\psi + \frac{dw}{dz}\sin\varphi\right)\sin\varphi = Q$$

gesetzt wird, als Componenten nach x, y, z folgende Werthe:

$$Q\zeta F(\zeta) . \cos\varphi \cos\psi . d\lambda . \varepsilon dp, \quad Q\zeta F(\zeta) \cos\varphi \sin\psi d\lambda . \varepsilon dp,$$
$$Q\zeta F(\zeta) \sin\varphi d\lambda . \varepsilon dp, \text{ wo } d\lambda = \zeta^2 \cos\varphi d\varphi d\psi d\zeta.$$

Integrirt man diese Ausdrücke zuerst von $p = 0$ bis $p = \zeta \sin\varphi$, so ergiebt sich die Summe aller Wirkungen, welche in der Richtung $(\varphi, \psi)$ und aus dem Abstande $\zeta$, von den vor der Ebene $\varepsilon$ befindlichen Theilchen, auf den Cylinder ausgeübt werden, und integrirt man sodann von $\psi = 0$ bis $\psi = 2\pi$, von $\varphi = 0$ bis $\varphi = \frac{\pi}{2}$ und von $\zeta = 0$ bis zu $\zeta = \infty$ (indem $F(\zeta) = 0$ wird, wenn $\zeta$ einen merklichen Werth hat), so erhält man folgende Componenten der auf den Cylinder wirkenden Anziehung:

$$X'' = A\left(\frac{du}{dz} + \frac{dw}{dx}\right), Y'' = A\left(\frac{dv}{dz} + \frac{dw}{dy}\right), Z'' = A\left(\frac{du}{dx} + \frac{dv}{dy} + 3\frac{dw}{dz}\right), \; 2.$$

wo $A = \frac{\pi}{15}\int_0^\infty \zeta^4 F\zeta d\zeta$ und der Factor $\varepsilon$ weggelassen ist, also die Kräfte auf die Flächeneinheit gebracht sind.

Auf dieselbe Weise findet man für einen auf yz senkrechten Cylinder:

$$X = A\left(3\frac{du}{dx} + \frac{dv}{dy} + \frac{dw}{dz}\right), Y = A\left(\frac{dv}{dx} + \frac{du}{dy}\right), Z = A\left(\frac{dw}{dx} + \frac{du}{dz}\right). \; 2.$$

Und für einen auf xz senkrechten Cylinder:

$$X' = A\left(\frac{du}{dy} + \frac{dv}{dx}\right), Y' = A\left(\frac{du}{dx} + 3\frac{dv}{dy} + \frac{dw}{dz}\right), Z' = A\left(\frac{dw}{dy} + \frac{dv}{dz}\right). \; 2.$$

Ein cylindrisches (oder prismatisches) Element des Körpers dessen Grundflächen der Ebene yz parallel sind, also die Seite parallel mit x, erleidet daher an seiner vorderen (d. h. zu dem algebraisch grösseren Werthe von x gehörigen) Grundfläche einen schiefen Druck oder Zug $= P = \sqrt{X^2 + Y^2 + Z^2}$. Die Componenten X, Y, Z sind positiv oder negativ, je nachdem sie ihre

ngriffspunct vor- oder rückwärts zu ziehen, also bezüglich die Verthe von X, Y, Z algebraisch zu vergrössern oder zu verminern streben. Die Kraft P ist ein Zug oder Druck, je nachdem re auf der Fläche des zugehörigen Elementes normale Componente, nämlich X, positiv oder negativ ist. Mit dieser die Bedeung der Vorzeichen betreffenden Bemerkung kann noch die Anmerung zu dem später unter 1. aufgeführten Satze verglichen werden.

Denkt man sich daher in dem Körper ein prismatisches unndlich kleines Element $= dx\,dy\,dz$, dessen Grenzflächen den Coorinaten-Ebenen parallel sind, und gehört von den beiden mit yz arallelen Grenzflächen die eine (vordere) zur Abscisse x, die weite zu $x - dx$, so erleidet die erste durch die vor ihr befindlichen heilchen einen schiefen Zug, dessen Componenten $X\varepsilon$, $Y\varepsilon$, $Z\varepsilon$ sind, ro $\varepsilon = dy\,dz$, und die zweite durch die hinter ihr liegenden Theilıen des Körpers einen schiefen Gegenzug, dessen Componenten $-\left(X - \frac{dX}{dx}dx\right)\varepsilon$, $-\left(Y - \frac{dY}{dx}dx\right)\varepsilon$, $-\left(Z - \frac{dZ}{dx}dx\right)\varepsilon$ sind; daer ergeben sich für die Resultante dieser auf die beiden Grenzichen $dy\,dz$ wirkenden Zugkräfte folgende Componenten: $\frac{dX}{dx}dx\,dy\,dz$, $\frac{dY}{dx}dx\,dy\,dz$, $\frac{dZ}{dx}dx\,dy\,dz$, welche das Element bezieıngsweise nach der Richtung der positiven x, y, z fortzuziehen reben. Für die Resultante der auf $dx\,dz$ wirkenden Kräfte folın die Componenten:

$$\frac{dX'}{dy}dx\,dy\,dz,\quad \frac{dY'}{dy}dx\,dy\,dz,\quad \frac{dZ'}{dy}dx\,dy\,dz \text{ bez. nach } x, y, z$$

ıd für die auf $dx\,dy$ wirkenden Zugkräfte die Componenten:

$$\frac{dX''}{dz}dx\,dy\,dz,\quad \frac{dY''}{dz}dx\,dy\,dz,\quad \frac{dZ''}{dz}dx\,dy\,dz \text{ bez. nach } x, y, z.$$

Sind nun $X_1\,dx\,dy\,dz$, $Y_1\,dx\,dy\,dz$, $Z_1\,dx\,dy\,dz$ die auf das lement wirkenden äusseren Kräfte, so müssen diese mit den vorehenden bezüglich nach x, y, z wirkenden Zugkräften im Gleichewichte sein. Die nach x wirkenden Zugkräfte haben die Resultante

$$\left(\frac{dX}{dx} + \frac{dX'}{dy} + \frac{dX''}{dz}\right)dx\,dy\,dz$$

ithin erhält man $\frac{dX}{dx} + \frac{dX'}{dy} + \frac{dX''}{dz} + X_1 = 0$ und eben so

$$\frac{dY}{dx} + \frac{dY'}{dy} + \frac{dY''}{dz} + Y_1 = 0$$

$$\frac{dZ}{dx} + \frac{dZ'}{dy} + \frac{dZ''}{dz} + Z_1 = 0.$$

Setzt man in diese Gleichungen die Werthe von X, Y, Z, X', ... aus 2., so folgt:

$$\left.\begin{aligned} \frac{d^2u}{dx^2} + \frac{d^2u}{dy^2} + \frac{d^2u}{dz^2} + 2\frac{d\Theta}{dx} + \frac{X_1}{A} &= 0 \\ \frac{d^2v}{dx^2} + \frac{d^2v}{dy^2} + \frac{d^2v}{dz^2} + 2\frac{d\Theta}{dy} + \frac{Y_1}{A} &= 0 \\ \frac{d^2w}{dx^2} + \frac{d^2w}{dy^2} + \frac{d^2w}{dz^2} + 2\frac{d\Theta}{dz} + \frac{Z_1}{A} &= 0 \end{aligned}\right\} \quad 3.$$

wo noch gesetzt ist: $\Theta = \frac{du}{dx} + \frac{dv}{dy} + \frac{dw}{dz}$. 4.

Der Ausdruck $\Theta$ bezeichnet die cubische Ausdehnung in der Nähe des Punctes x, y, z. Betrachtet man nämlich ein sehr kleines Prisma, dessen Kanten $h = x' - x$, $k = y' - y$, $l = z' - z$ sind, so gehen diese durch Verschiebung über in $x' + u' - x - u = h + u' - u$, oder weil $u' = u + \frac{du}{dx}h$, in $h\left(1 + \frac{du}{dx}\right)$, u. s. f.; und da die Richtungen der neuen Kanten von den vorigen unendlich wenig abweichen, so verwandelt sich das Volumen hkl in hkl $\left(1 + \frac{du}{dx}\right)\left(1 + \frac{dv}{dy}\right)\left(1 + \frac{dw}{dz}\right)$, oder weil $\frac{du}{dx}, \frac{dv}{dy}, \frac{dw}{dz}$ sehr klein sind, mit Weglassung ihrer Producte in hkl $(1 + \Theta)$; daher ist $\Theta$ die Ausdehnung oder Verdichtung, je nachdem sein Werth positiv oder negativ ist.

Unter den neun Componenten X, Y, Z, X', ... (s. Formeln 2.) zeichnen sich X, Y', Z'' als diejenigen aus, welche auf den zugehörigen Grundflächen des Elementes dx dy dz senkrecht stehen; sie mögen deshalb Normalkräfte heissen und mit $N_1$, $N_2$, $N_3$ bezeichnet werden; die übrigen heissen Tangential-Kräfte; diese sind zu zweien gleich, zufolge der Formeln 2., nämlich $Z' = Y''$, $X'' = Z$, $Y = X'$ und sollen in dieser Ordnung mit $T_1$, $T_2$, $T_3$ bezeichnet werden. Aus den Werthen (2.) von $X = N_1$, $Y' = N_2$, $Z'' = N_3$ ergiebt sich $N_1 + N_2 + N_3 = 5A\Theta$; woraus folgt, dass die Summe der Normalkräfte für jede drei gegen einander senkrechte Ebenen, in demselben Puncte des Körpers, constant sein muss, weil sie der Ausdehnung $\Theta$ proportional ist, deren Werth durch Aenderung der Coordinaten nicht geändert werden kann.

In der Abhandlung werden noch mehrere Sätze über die Vertheilung des Zugs oder Druckes im Innern des Körpers gefunden, die mit Unterdrückung der Beweise (welche lediglich bestehen in der Verwandlung der Ausdrücke 2. durch Vertauschung des ersten

Systemes rechtwinklicher Coordinaten mit einem andern derselben Art) hier folgen:

1. Ein ebenes Element $\varepsilon$ im Körper erleidet, wenn beliebige äussere Kräfte auf jenen wirken, im Allgemeinen einen schiefen Zug oder Druck P, wie z. B. oben für ein der Ebene $yz$ paralleles Element die Componenten dieser Kraft P sich fanden: $X = N_1$, $Y = T_3$, $Z = T_2$. Werden nun durch einen Punct zwei ebene Elemente $\varepsilon$ und $\varepsilon_1$ gelegt, deren Normalen beziehungsweise n und $n_1$ sind, und sind P und $P_1$ die darauf schief wirkenden Zug- oder Druck-Kräfte, so ist die Componente von P nach $n_1$ gleich der Componente von $P_1$ nach n, oder $P \cos (Pn_1) = P_1 \cos (P_1 n)$.

In der Abhandlung vermisst man eine nähere Erläuterung der Vorzeichen, die bei diesem Gegenstande nöthig zu sein scheint. Nämlich ein ebenes Element $\varepsilon$ kommt hier nicht für sich allein, sondern nur als Grenzfläche eines körperlichen Elementes in Betracht, und unter der darauf zu errichtenden Normale n ist der in Beziehung auf das körperliche Element nach aussen gerichtete Theil der Normale zu verstehen. Es ist also hier nicht blos das ebene Element $\varepsilon$, sondern auch eine (beliebige) Seite desselben als die äussere gegeben, und die Kraft P, welche wir der Bequemlichkeit wegen einen Druck nennen wollen, ist im eigentlichen Sinne ein Zug oder ein Druck, je nachdem die Richtung, nach welcher sie ihren Angriffspunct zu ziehen strebt, mit der nach aussen gehenden Normale einen spitzen oder stumpfen Winkel bildet. Die Gleichheit der Componente von P nach $n_1$ mit der von $P_1$ nach n, welche im vorstehenden Satze behauptet wird, gilt auch in Hinsicht der Zeichen; d. h. beide Componenten fallen immer zugleich entweder auf die äusseren Theile der Normalen $n_1$ und n oder beide auf die nach innen gerichteten Verlängerungen. Dies ist für das Folgende zu berücksichtigen.

Sind die schiefen Drucke $P_1$, $P_2$, $P_3$ auf drei durch einen Punct gehende auf einander senkrechte ebene Elemente $\varepsilon_1$, $\varepsilon_2$, $\varepsilon_3$ gegeben, deren Normalen $n_1$, $n_2$, $n_3$ sind; und wird der schiefe Druck P auf ein viertes durch diesen Punct gelegtes Element $\varepsilon$ verlangt, dessen Normale n ist, so zerlege man zuerst $P_1$, $P_2$, $P_3$ nach n, trage die erhaltenen Componenten beziehungsweise auf die Normalen $n_1$, $n_2$, $n_3$ über und setze diese in eine Resultante zusammen, welche den Druck P darstellen wird.

2. Die Summe der Quadrate der schiefen Drucke auf drei

gegen einander senkrechten Ebenen-Elemente ist für jeden Punct des Körpers constant, d. h. unabhängig von der Wahl des Systems dieser Ebenen.

3. Durch jeden Punct des Körpers lassen sich drei gegen einander senkrechte Ebenen legen, auf deren jeder der zugehörige Druck, in diesem Puncte, senkrecht steht (Hauptschnitte). Die Intensitäten der auf sie wirkenden Drucke, welche mit A, B, C bezeichnet werden sollen, wobei dem Gegensatze zwischen Druck und Zug der Gegensatz der Vorzeichen dieser Grössen entspricht, sind die Wurzeln der ihrer Form nach sehr bekannten cubischen Gleichung:

$$\xi^3 - G\xi^2 + H\xi - K = 0$$

wo $G = N_1 + N_2 + N_3$, $H = N_1 N_2 + N_2 N_3 + N_3 N_1 - T_1^2 - T_2^2 - T_3^2$,

$$K = N_1 N_2 N_3 + 2 T_1 T_2 T_3 - N_1 T_1^2 - N_2 T_2^2 - N_3 T_3^2.$$

Die Ebene des zu A gehörigen Hauptschnittes ist bestimmt durch die Gleichung:

$$\frac{x' - x}{AT_1 + T_2 T_3 - N_1 T_1} + \frac{y' - y}{AT_2 + T_1 T_3 - N_2 T_2} + \frac{z' - z}{AT_3 + T_1 T_2 - N_3 T_3} = 0,$$

aus welcher sich die zu B und C gehörigen Hauptschnitte durch Vertauschung von A mit B und mit C ergeben. Nimmt man die Richtungen von A, B, C zu Axen x, y, z, und bildet das Ellipsoid dessen Gleichung $\frac{x^2}{A^2} + \frac{y^2}{B^2} + \frac{z^2}{C^2} = 1$, so stellt irgend ein Halbmesser desselben den im Mittelpuncte Statt findenden schiefen Druck auf einen Schnitt dar, dessen Ebene E parallel ist der Berührungsebene, welche an eine Fläche zweiten Grades, nämlich $\frac{x^2}{A} + \frac{y^2}{B} + \frac{z^2}{C} = \pm 1$, in dem Puncte gelegt wird, in welchem diese von dem nöthigenfalls verlängerten Halbmesser des vorigen Ellipsoids geschnitten wird. Haben A, B, C gleiche Zeichen, so ist die zweite Fläche wieder ein Ellipsoid; bei ungleichen Zeichen von A, B, C drückt die zweite Gleichung zwei Hyperboloide aus, ein einfaches und ein zweitheiliges, welche einen gemeinsamen Berührungskegel haben. Die Halbmesser des ersten Ellipsoids bezeichnen alsdann Druck oder Zug, je nachdem sie das eine oder das andere Hyperboloid treffen; liegen sie im Berührungskegel, so bezeichnen sie Tangential-Kräfte.

4. Die Drucke auf drei gegen einander senkrechte Ebenen werden immer durch drei conjugirte Halbmesser des Ellipsoids $\frac{x^2}{A^2} + \frac{y^2}{B^2} + \frac{z^2}{C^2} = 1$ darstellt.

Anwendungen. 1. Ein gerades Prisma erleide in der Richtung der Länge einen gleichmässig über den Querschnitt vertheilten Zug (= T für die Flächeneinheit) und ausserdem den seitlichen Druck = P von einer Flüssigkeit, in welche es getaucht ist. Ein Querschnitt wird als befestigt, d. h. seine Theile als unbeweglich nach der Richtung der Länge des Prismas, und ein Punct desselben als ganz unbeweglich angenommen. Nimmt man diesen Punct zum Anfange der x, y, z, den befestigten Querschnitt zur Ebene xy, also z zur Längenaxe, so genügt man den Gleichungen 3., in welchen $X_1, Y_1, Z_1$ Null sind, weil keine äusseren Kräfte unmittelbar auf die Theilchen wirken, durch die Annahmen: $u = ax$, $v = ay$, $w = bz$, wo a und b zwei noch zu bestimmende Constanten sind. Hieraus erhält man (nach 2.) $X = A\,(4a + b)$, $Y' = A\,(4a + b)$, $Z'' = A\,(2a + 3b)$; die Tangentialkräfte sind alle Null. Da nun an der Oberfläche $X = -P$, $Y' = -P$, $Z'' = T$, so folgt $A\,(2a + 3b) = T$, $A\,(4a + b) = -P$; mithin $a = -\frac{1}{A}\cdot\frac{3P+T}{10}$, $b = \frac{1}{A}\cdot\frac{P+2T}{5}$; also $u = -\frac{1}{A}\cdot\frac{3P+T}{10}\,x$, $v = -\frac{1}{A}\cdot\frac{3P+T}{10}\,y$,

$$w = \frac{1}{A}\cdot\frac{P+2T}{5}\,z,\quad \Theta = \frac{T-2P}{5A}.$$

w ist die Verlängerung, welche ein Prisma von der Länge z erleidet. Ist dasselbe blos dem atmosphärischen Drucke P ausgesetzt, so ist $T = -P$, also $w = -\frac{P}{5A}z$. Ist es ausserdem noch der Zugkraft F nach der Länge unterworfen, so ist $T = F - P$, mithin $w' = \frac{2F-P}{5A}z$ die Verlängerung. Die im lufterfüllten Raume beobachtete Länge, nämlich $z + w$, geht also durch die Spannung F in $z + w'$ über; folglich ist $\frac{w'-w}{z+w} = \frac{2F}{5A-P}$ die durch den Zug F bewirkte Verlängerung der anfänglichen in der Luft gemessenen Einheit der Länge. Bezeichnet l den beobachteten Werth derselben, so ist $\frac{2F}{5A-P} = l$, woraus sich ergiebt $A = \frac{2F}{5l} + \frac{P}{5}$. Die Werthe der Constante A für verschiedene Substanzen sind schon im Repertorium angegeben Bd. 1. S. 130.

2. Anwendung auf einen festen Körper, der in eine Flüssigkeit getaucht und an seiner ganzen Oberfläche einen constanten Druck ausgesetzt ist. Nimmt man im Körper einen Punct, der als unbeweglich gedacht wird, zum Anfange der Coordinaten, so wer-

den sich alle Theilchen demselben um eine ihrem Abstande von ihm proportionale Grösse nähern, so dass die Verschiebungen $u = -cx$, $v = -cy$, $w = -cz$ stattfinden, welche den Gleichungen 3. Genüge leisten. Hieraus ergeben sich die Normalkräfte $X = Y' = Z'' = -5Ac$, die Tangentialkräfte sämmtlich gleich Null. Ist P der Druck an der Oberfläche, so ergiebt sich $c = \frac{P}{5A}$. Der Druck ist von allen Seiten gleich, also der Zustand des Körpers nicht abweichend von dem einer Flüssigkeit unter demselben Drucke. Die Verdichtung beträgt $-\Theta = \frac{3P}{5A}$, und kann also berechnet werden, wenn A bekannt ist. Vergl. Rep. I. S. 131.

3. Anwendung auf einen hohlen Cylinder von sehr grosser Länge, kreisförmiger Grundfläche, an den Enden verschlossen. von innen und aussen ungleichen aber beiderseits constanten Pressungen unterworfen. Für einen von beiden Enden sehr entfernten Querschnitt werden die Spannungen, welche aus dem innern und äusseren Druck nach der Längenrichtung des Cylinders hervorgehen, sich über die ganze Dicke gleichmässig vertheilen, und die Verschiebung jedes Theilchens wird daher in einer Meridianebene so erfolgen, dass ihre Componente in der Richtung des Halbmessers nur von diesem abhängen, und ihre Componente nach der Länge des Cylinders dem Abstande von einem als unbeweglich gedachten Querschnitte proportional sein wird. Nimmt man die Ebene dieses Querschnittes für die der xy, und setzt $r^2 = x^2 + y^2$, $u = \frac{Vx}{r}$, $v = \frac{Vy}{r}$, $w = cz$, wo V die Verschiebung in der Richtung des Halbmessers r bezeichnet, welche blos von r abhängt, so erhält man:

$$\frac{d^2u}{dx^2} + \frac{d^2u}{dy^2} = \frac{x}{r}\cdot\frac{d\left(\frac{dV}{dr}+\frac{V}{r}\right)}{dr},\quad \frac{d^2v}{dx^2} + \frac{d^2v}{dy^2} = \frac{y}{r}\cdot\frac{d\left(\frac{dV}{dr}+\frac{V}{r}\right)}{dr},$$

$$\Theta = c + \frac{V}{r} + \frac{dV}{dr}.$$

Die dritte der Gleichungen 3. wird hierdurch unmittelbar erfüllt, die beiden ersten geben gemeinschaftlich:

$$\frac{d\left(\frac{dV}{dr}+\frac{V}{r}\right)}{dr} = 0,\ \text{also}\ \frac{dV}{dr} + \frac{V}{r} = 2a,\ \text{wo } a \text{ eine Constante:}$$

$$\text{hieraus}\ V = ar + \frac{b}{r},\quad \Theta = c + 2a.$$

Hieraus folgt:

$$X = A\left(4a + c - 2b\,\frac{(x^2 - y^2)}{r^4}\right),\ Y = -A\,\frac{4bxy}{r^4},\ Z = 0,$$

$$Y' = Y,\ Y' = A\left(4a + c + 2b\,\frac{(x^2 - y^2)}{r^4}\right),\ Z' = 0,\ X'' = 0,$$

$$Y'' = 0,\ Z'' = A\ (2a + 3c).$$

Ist R der innere, R' der äussere Halbmesser des Cylinders, P der innere, P' der äussere Druck, so hat man für $y=0, x=r=R$, $X = -P$, und für $y=0$, $x = r = R'$, $X = -P'$. Ferner muss das Product aus der constanten Kraft $Z''$ in die Fläche des ringförmigen Querschnitts gleich der Resultante des von aussen und innen auf die Grundfläche wirkenden Druckes, also $Z''(R'^2 - R^2)\pi = PR^2\pi - P'R'^2\pi$ sein. Diese Bedingungen liefern die Constanten: $a = c = \frac{PR^2 - P'R'^2}{5A(R'^2 - R^2)}$, $b = \frac{R^2R'^2(P-P')}{2A(R'^2 - R^2)}$, wodurch die gesuchten Componenten X, Y, Z, X', ... völlig bestimmt werden.

Um das Gesetz kennen zu lernen, nach welchem der Druck in dem cylindrischen Ringe sich ändert, betrachte man irgend eine Meridian-Ebene, wofür man diejenige nehmen kann, für welche $y = 0$. Man findet für $y = 0$, $x = r$,

$$A = X = \frac{PR^2 - P'R'^2}{R'^2 - R^2} - \frac{R^2R'^2(P-P')}{r^2(R'^2 - R^2)},\ B = Y' = \frac{PR^2 - P'R'^2}{R'^2 - R^2}$$
$$+ \frac{R^2R'^2(P-P')}{r^2(R'^2 - R^2)},\ C = Z'' = \frac{PR^2 - P'R'^2}{R'^2 - R^2}.$$

Die übrigen Componenten, also die Tangentialkräfte, sind sämmtlich Null, mithin geben vorstehende Werthe unmittelbar die Drucke auf die Hauptschnitte an, welche nach den hier angenommenen Axen x, y, z wirken. Ist der innere Druck P grösser als der äussere P', und auch $PR^2 > P'R'^2$, so ist für jeden Punct des cylindrischen Querschnittes, oder für jedes zwischen R und R' liegende r, A negativ, hingegen B und C positiv; also findet in jeder Meridian-Ebene in der Richtung des Halbmessers Druck, hingegen senkrecht auf dieser Ebene und parallel der Axe des Cylinders Zug Statt. Nach den übrigen Richtungen bezeichnen, für irgend einen Punct des cylindrischen Ringes, die Halbmesser des Ellipsoids: $\frac{x^2}{A^2} + \frac{y^2}{B^2} + \frac{z^2}{C^2} = 1$ Zug oder Druck, je nachdem sie ausserhalb oder innerhalb des durch die Gleichung $\frac{x^2}{A} + \frac{y^2}{B} + \frac{z^2}{C} = 0$ bestimmten Kegels liegen, dessen Axe (x) in die Richtung des Halbmessers des Cylinders fällt.

Die grösste unter allen vorkommenden Spannungen liefert der Werth von B für $r = R$, nämlich $\frac{P(R^2 + R'^2) - 2P'R'^2}{R'^2 - R^2}$. Soll diese Spannung die Grenze der vollkommenen Elasticität nicht überschreiten, so muss danach der Werth von $R'$ bestimmt werden. Es sei a die grösste zulässige Spannung, welche für Schmiedeeisen 14 Kilogr. auf das Quadrat-Millimeter beträgt, für Gusseisen 10 Kil., für Kanonenmetall 6 Kil., für Messing 4 Kil., so ergiebt sich, indem der obige Ausdruck = a gesetzt wird,

$$\frac{R'}{R} = \frac{\sqrt{P + a}}{\sqrt{2P' - P + a}}.$$

Diese Formel führt auf den Schluss, dass wenn der innere Druck P nicht kleiner ist als $2P' + a$, nothwendig eine Zerreissung erfolgt, wie dick auch die cylindrische Wand sei. Ist der äussere Druck der atmosphärische, also 0,01 Kil. auf das Quadrat-Millim., so findet man aus den obigen Werthen von a die Grenze des inneren Druckes $P = 2P' + a = 14{,}02$ Kil. oder 1402 Atmosphären für einen Cylinder von geschmiedetem Eisen; eben so 1002 Atm. für Gusseisen, 602 Atm. für Kanonenmetall und 402 Atm. für Messing. Da inzwischen die Grösse a durch Dehnung eines Stabes gefunden ist, auf welchen seitlich nur der Druck der Luft wirkte, während hier ein sehr beträchtlicher Seitendruck in der Richtung des Halbmessers des Cylinders besteht, so entsteht die Frage, ob nicht der Werth von a nach Maassgabe des Seitendruckes einer Veränderung unterworfen sei; zu deren Beantwortung es an Versuchen fehlt.

4. Anwendung auf einen der Torsion und zugleich einem constanten Drucke an der Oberfläche ausgesetzten geraden Cylinder von kreisförmiger Grundfläche. z sei die Längenaxe, anfangend von einem nach der Richtung der z als unbeweglich angenommenen Querschnitte, dessen Mittelpunct ganz unbeweglich und Anfang der Coordinaten ist. Nimmt man an, dass jedes Theilchen einen seiner Entfernung von der Axe ($r = \sqrt{x^2 + y^2}$) und seinen z proportionalen Kreisbogen, in einer mit xy parallelen Ebene beschreibt, und sich zugleich dem Anfange der Coordinaten um eine seinem Abstande von diesem ($= \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$) proportionale Grösse nähert, so ergeben sich folgende den Differential-Gleichungen 3. genügende Verschiebungen:

$$u = -tzy - ax,\quad v = tzx - ay,\quad w = -az$$

wo a und t noch zu bestimmende Constanten sind. Hieraus folgt: $X = -5Aa$, $Y = 0$, $Z = -Aty$, $X' = 0$, $Y' = -5Aa$, $Z' = Atx$, $X'' = -Aty$, $Y'' = Atx$, $Z'' = -5Aa$. Da für $y = 0$, $Z = 0$ wird, so folgt, dass der auf ein Element der Cylinderfläche wirkende Druck normal und $= -5Aa$ ist. Die Resultante von $X''$ und $Y''$ ist die Torsions-Kraft, ihre Intensität $= Atr$, und das gesammte Torsions-Moment $M = \iint Atr^2 dr d\varphi = \frac{1}{2}\pi AtR^4$, wenn R der äussere Halbmesser des (vollen) Cylinders ist; daher $t = \frac{2M}{AR^4\pi}$. Ist P der äussere Druck, so hat man nach $P = 5Aa$; hierdurch sind die Constanten a und t bestimmt. Der Winkel der Torsion $\Theta$ ist der Werth von $\frac{v}{x}$ für $y = 0$, oder von $\frac{u}{y}$ für $x = 0$; derselbe ist $\Theta = tz = \frac{2Mz}{AR^4\pi}$, also der Länge z des Cylinders direct und der vierten Potenz seines Halbmessers umgekehrt proportional, wie der Erfahrung gemäss ist. Kennt man $\Theta$ und $\frac{Mz}{R^4}$ aus Beobachtung, so ergiebt sich A. Die in der Physik von Biot mitgetheilten Torsions-Beobachtungen von Coulomb geben $A = 7493$ Kil. für Eisen, $A = 2248$ Kil. für Messing, wofür andere auf Dehnung beruhende Versuche 8000 und 2510 gegeben haben. Die durch Torsion erhaltenen Werthe verdienen vor den durch Dehnung erhaltenen den Vorzug.

5. Anwendung auf eine Kugel, deren Theile sich nach dem umgekehrten Verhältniss des Quadrates der Entfernung anziehen. Jedes Theilchen wird sich dem Mittelpuncte um eine blos von seinem Halbmesser r abhängige Grösse U nähern. Sind x, y, z die Coordinaten des Theilchens aus dem Mittelpuncte, und $r = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$, so sind demnach die Verschiebungen $u = U\frac{x}{r}$, $v = U\frac{y}{r}$, $w = U\frac{z}{r}$. Die auf das Theilchen wirkenden Kräfte sind $X_1 = -cx$, $Y_1 = -cy$, $Z_1 = -cz$, wo c eine Constante ist. Man sieht sogleich, dass u, v, w die partiellen Ableitungen von $\int U dr$ sind; folglich $\frac{du}{dy} = \frac{dv}{dx}$, $\frac{du}{dz} = \frac{dw}{dx}$, $\frac{dv}{dz} = \frac{dw}{dy}$. Eben so sind X, Y, Z die Ableitungen von $-\frac{1}{2}cr^2$. Daher gehen die Gleichungen 3. in folgende über:

$$3\frac{d\Theta}{dx} - \frac{c}{2A}\cdot\frac{d.r^2}{dx} = 0,\ 3\frac{d\Theta}{dy} - \frac{c}{2A}\cdot\frac{d.r^2}{dy} = 0,\ 3\frac{d\Theta}{dz} - \frac{c}{2A}\cdot\frac{d.r^2}{dz} = 0,$$

woraus $3\Theta = \frac{c}{2A} r^2 + a$ folgt; a ist eine Constante. Nun ist $\Theta = \frac{du}{dx} + \frac{dv}{dy} + \frac{dw}{dz} = \frac{dU}{dr} + \frac{2U}{r}$; folglich $\frac{dU}{dr} + \frac{2U}{r} = \frac{cr^2}{6A} + \frac{a}{3}$; woraus sich als Integral ergiebt: $U = \frac{c}{30A} r^3 + \frac{a}{9} r + \frac{b}{r^2}$, wo b die Constante. Diese muss aber, für eine volle Kugel, Null sein, damit nicht für $r = 0$, U unendlich werde. Also ist $U = \frac{c}{30A} r^3 + \frac{a}{9} r$.

Für $x = R$, $y = 0$, $z = 0$, findet man $X = \frac{5Aa}{9} + \frac{11 . c}{30} R^2$; nimmt man nun an, dass der Druck an der Oberfläche für $r = R$ Null ist, so muss der vorstehende Werth von X verschwinden, woraus $\frac{a}{9} = -\frac{11}{150} \cdot \frac{cR^2}{A}$ hervorgeht, und mithin U und $\Theta$ folgende Werthe erhalten:

$$U = \frac{c}{30A} . r^3 - \frac{11}{150} \frac{cR^2}{A} . r, \quad \Theta = \frac{c}{6A} r^2 - \frac{11}{50} \frac{cR^2}{A}.$$

Daher die Verrückungen

$$u = -\frac{cx}{30A}\left(\frac{11}{5}R^2 - x^2 - y^2 - z^2\right), v = -\frac{cy}{30A}\left(\frac{11}{5}R^2 - x^2 - y^2 - z^2\right),$$

$$v = -\frac{cz}{30A}\left(\frac{11}{5} R^2 - x^2 - y^2 - z^2\right),$$

aus welchen man für die an dem Puncte $x = r$, $y = 0$, $z = 0$ wirkende Kräfte folgende Werthe findet:

$$X = -\frac{11 . c}{30}(R^2 - r^2), \quad Y' = -\frac{c}{30}(11R^2 - 7r^2),$$

$$Z'' = -\frac{c}{30}(11R^2 - 7r^2).$$

Die Tangentialkräfte sind Null, Die Resultante der an der Oberfläche wirkenden Anziehung ist cR, nennt man daher $\delta$ das Gewicht der Volumen-Einheit der Masse der Kugel, an der Oberfläche, so ist $cR = \delta$, also $c = \frac{\delta}{R}$ Der Druck in der Richtung des Halbmessers beträgt für $r = R - h$, also in der Tiefe h, $-X = \frac{11}{30}\delta\left(2h - \frac{h^2}{R}\right)$ oder für eine geringe Tiefe nahe $\frac{11}{15}\delta h$. Dagegen beträgt der Druck in einer auf dem Halbmesser senkrechten Ebene: $-Y' = \frac{\delta}{30}\left(11R - 7\frac{(R-h)^2}{R}\right) = \frac{\delta}{30}\left(4R + 14h - \frac{7h^2}{R}\right)$, also für kleine h nahe $= \frac{2}{15}\delta R$; die Theilchen in der Nähe der Oberfläche erleiden daher in der Richtung des Halbmessers nur

einen sehr kleinen, dagegen seitlich einen ausnehmend grossen Druck, der dem Gewicht einer über der gedrückten Fläche aus der Masse der Kugel errichteten Säule von der Höhe = $\frac{1}{12}$ des Halbmessers der Kugel gleichkommt.

Noch andere Anwendungen findet man in der Original-Abhandlung. Zu bemerken ist noch, dass die unter 3. angegebenen Fundamental-Gleichungen schon früher von Navier aufgestellt worden sind (Bulletin des sciences par la société philomathique pour l'année 1823, Seite 181).

---

## 5. Principia generalia theoriae figurae fluidorum in statu aequilibrii, auctore C. F. Gauss. Gottingae 1830.

In der von Laplace begründeten Theorie der Capillar-Erscheinungen vermisste man noch einen strengen Beweis der für die Grenze der freien Oberfläche geltenden Bedingungs-Gleichung, welchen Gauss in genannter Schrift an eine den Gegenstand in grösster Allgemeinheit umfassende Untersuchung geknüpft hat. Diese geht von der Annahme mehrerer physischer Puncte m, m′, m″, ... in welchen die gleichnamigen Massen vereinigt gedacht werden, und auf welche folgende Kräfte wirken: 1. die Schwere, 2. eine gegenseitige Anziehung, welche den Massen proportional ist und für die Einheiten der Massen durch eine Function f(r) ihrer Entfernung r dargestellt wird; 3. eine Anziehung fester Puncte von den Massen M, M′, M″, ..., welche durch eine Function F(r) dargestellt wird. Bezeichnet (mm′) die Entfernung zwischen m und m′, so ist — mm′ f(m,m′). δ(m,m′) das virtuelle Moment der auf m von m′ ausgeübten Anziehung, insofern unter δ(m,m′) das auf eine Verschiebung von m bezügliche partielle Differential von (m,m′) verstanden wird; eben so ist — mm′ f(m,m′). δ′(m,m′) das virtuelle Moment der von m′ auf m ausgeübten Anziehung, insofern δ′(m, m′) sich auf eine Verschiebung von m′ bezieht; bemerkt man noch, dass die Summe δ(m, m′) + δ′(m, m′) = dem vollständigen Differentiale von (m, m′), also = d(m, m′) ist, so ergiebt sich — mm′ f(m, m′) d(m, m′) als das gesammte virtuelle Moment der gegenseitigen Anziehung zwischen m und m′. Ferner ist — mMF(m, M) d(m, M) das virtuelle Moment der von dem festen Puncte M auf m ausgeübten Anziehung; endlich — gmdz das vir-

tuelle Moment des Gewichtes von m, insofern die Axe z vertical und die Richtung nach oben als die positive angesehen wird. Setzt man $-\int fx \, . \, dx = \varphi x$, $-\int Fx \, . \, dx = \Phi x$, so sieht man leicht, dass die Summe der virtuellen Momente aller auf die Puncte m, m′, m″, ... wirkenden Kräfte das Differential von folgendem mit Ω bezeichneten Ausdrucke ist, nämlich:

$$\Omega = \Sigma\, m \,[-gz + \tfrac{1}{2} m' \varphi(m,m') + \tfrac{1}{2} m'' \varphi(m,m'') + \tfrac{1}{2} m''' \varphi(m,m''') + \ldots + M \Phi(m,M) + M' \Phi(m,M') + M'' \Phi(m,M'')]$$

wo Σ die Summe aller Werthe anzeigt, welche der eingeklammerte Ausdruck erhält, wenn darin zuerst m mit m′, dann m mit m″, u. s. f. vertauscht wird. Für die Lage des Gleichgewichtes muss das Differential von Ω Null oder negativ sein, oder die Function Ω muss für keine unendlich kleine Verrückung aus der Lage des Gleichgewichtes eine positive Zunahme erhalten.

Tritt an die Stelle der getrennten Puncte M, M′, M″, ... ein den Raum S mit unveränderlicher Dichtigkeit C erfüllender Körper, so ist CdS das Massenelement desselben, und die Summe $M \Phi(m,M) + M' \Phi(m,M') + M'' \Phi(m,M'')$ verwandelt sich in das Integral $C \int dS \, \Phi(m, dS)$, das über den ganzen Raum S auszudehnen ist; und werden noch die Puncte m, m′, m″, ... als Elemente einer mit constanter Dichtigkeit c den Raum s erfüllenden Masse angesehen, so verwandelt sich der Ausdruck Ω in folgenden:

$$\Omega = -gc\int z\,ds + \tfrac{1}{2} cc \iint ds\, ds' \, \varphi(ds, ds') + cC \iint ds\, dS \, \Phi(ds, dS). \quad 1.$$

Hier bezeichnen ds und ds′ Elemente desselben Raumes s, dessen Massentheilchen nach der Annahme einander anziehen; (ds, dS) die Entfernung zwischen einem Elemente des Raumes s und einem des Raumes S.

Die characteristische Eigenschaft flüssiger Körper besteht in der vollkommenen Beweglichkeit ihrer Theilchen, vermöge deren sie jede Gestalt annehmen können und dem kleinsten Drucke nachgeben, der ihre Gestalt zu ändern strebt. Bei der gegenwärtigen Untersuchung wird das Volumen jedes flüssigen Theilchens als unveränderlich angenommen; der Werth von Ω kann mithin nur durch Aenderung der Gestalt des von der Flüssigkeit erfüllten Raumes, dessen Volumen immer dasselbe bleibt, eine Aenderung erleiden, und muss, für das Gleichgewicht, bei unveränderlich gegebenem Volumen der Flüssigkeit, durch keine unendlich kleine Aenderung ihrer Gestalt eine Zunahme erhalten oder in diesem Sinne ein Maximum sein.

Das erste Glied in dem obigen Ausdrucke für $\Omega$ stellt das Product aus dem Gewichte der Flüssigkeit in die Tiefe ihres Schwerpunctes dar. Das zweite und das dritte Glied stellen besondere Fälle einer allgemeinen Aufgabe dar, nämlich wenn irgend zwei Räume gegeben sind, die Summe der Producte zu finden, deren jedes besteht aus einem Element des ersten Raumes, multiplicirt in ein Element des zweiten und in eine Function der Entfernung zwischen beiden Elementen. Das zweite Glied bezieht sich auf den Fall, wo beide Räume sich völlig decken, das dritte auf den Fall, wo sie ganz ausser einander liegen; im Allgemeinen können beide Räume zum Theil in, zum Theil ausser einander liegen.

Es bezeichne $\mu$ irgend einen Punct im Raume s oder ausser ihm. Um das über den ganzen Raum s sich erstreckende dreifache Integral $\int ds\, \varphi\,(\mu, ds)$ auf ein zweifaches zurückzuführen, sei um den Mittelpunct $\mu$ eine Kugel vom Halbmesser 1 beschrieben, von deren Oberfläche $d\Pi$ ein Element vorstelle. Beschreibt man noch um den Mittelpunct $\mu$ zwei Kugeln von den Halbmessern r und $r + dr$, welche die Pyramide P, deren Spitze $\mu$, Grundfläche $d\Pi$, oder ihre Fortsetzung, innerhalb des Raumes s schneiden, so ist $r^2 d\Pi dr$ das zwischen diesen Kugelflächen enthaltene Element der Pyramide oder des Raumes s, und man hat, da $(\mu, ds) = r$ ist, $\int ds\, \varphi\,(\mu, ds) = \int r^2 d\Pi dr\,.\, \varphi r$. Liegt $\mu$ ausserhalb des Raumes s, und sind $r'$, $r''$, $r'''$, u. s. f. die Werthe von r (alle positiv zu nehmen), bei welchen die Pyramide P in den Raum s zum erstenmale eintritt, dann austritt, dann wieder eintritt, u. s. f., so erhält man, allgemein $\int r^2\, \varphi r\, dr = -\psi r$ setzend, durch Integration nach r,

$$\int r^2 d\Pi dr\, \varphi r = d\Pi\,(\psi r' - \psi r'' + \psi r''' - \ldots)$$

Es sei ferner $dt'$ das Element, welches die Pyramide bei ihrem Eintritt in den Raum s, also für $r = r'$, von der Oberfläche desselben abschneidet, $q'$ der Winkel zwischen der von einem Punct von $dt'$ nach $\mu$ gehenden Geraden $r'$ und der in $dt'$ nach aussen errichteten Normale der Oberfläche des Raumes s; ähnliche Bedeutung haben $dt''$, $q''$ für $r = r''$, wo nämlich der Winkel $q''$ wieder durch die im Element $dt''$ nach aussen errichtete Normale und die von $dt''$ nach $\mu$ gehende Gerade $r''$ gebildet wird, u. s. f., so hat man

$$d\Pi = +\frac{dt'\,.\cos q'}{r'r'} = -\frac{dt''\,.\cos q''}{r''r''} = +\frac{dt'''\,.\cos q'''}{r'''r'''} = \ldots$$

folglich das gesuchte Integral:

$$\int d\Pi(\psi r' - \psi r'' + \psi r''' - \ldots) =$$
$$\int\left(\frac{dt'.\cos q'.\psi r'}{r'r'} + \frac{dt''.\cos q''.\psi r''}{r''r''} + \frac{dt'''.\cos q'''.\psi r'''}{r'''r'''} + \ldots\right).$$

Daher ergiebt sich der Werth des über den ganzen Raum s zu erstreckenden Integrals $\int ds\varphi(\mu, ds)$, wenn $\mu$ ausserhalb s liegt, gleich dem über die ganze Oberfläche t des Raumes s auszudehnenden Integrale $\int\frac{dt.\cos q.\psi r}{rr}$, wodurch das vorgelegte dreifache Integral auf ein zweifaches gebracht ist, in welchem q den Winkel zwischen der im Elemente dt der Fläche t nach aussen errichteten Normale und der von diesem Elemente nach $\mu$ gehenden Geraden r bedeutet.

Liegt $\mu$ in s, und sind r', r'', r''', ... wie oben die Werthe von r, für welche P die Oberfläche des Raumes s zum ersten, zweiten, dritten, .... Male schneidet, so giebt die erste Integration nach r:

$$d\Pi(\psi o - \psi r' + \psi r'' - \psi r''' + \ldots..)$$

und zugleich ist $d\Pi = -\frac{dt'.\cos q'}{r'r'} = +\frac{dt''.\cos q''}{r''r''} = -\frac{dt'''.\cos q'''}{r'''r'''} \ldots$

folglich das gesammte Integral

$$\int ds\varphi(\mu, ds) = \int d\Pi.\psi o + \int\frac{dt.\cos q}{rr} = 4\pi\psi o + \int\frac{dt.\cos q.\psi r}{rr}$$

für einen innern Punct $\mu$. Liegt $\mu$ in der Oberfläche t, so ist im vorstehenden Ausdruck $2\pi\psi o$ anstatt $4\pi\psi o$ zu setzen, wenn die Oberfläche an dieser Stelle keine Spitze oder Kante darbietet (welcher besonderen Fälle in diesem Auszuge überhaupt nicht erwähnt wird). Durch vorstehende Betrachtung wird das sechsfache Integral $\iint ds\,dS\,\varphi(ds, dS)$ auf ein fünffaches gebracht, denn man hat

$\int ds\,\varphi(ds, dS) = \int\frac{dt.\cos q.\psi(dt, dS)}{(dt, dS)^2}$, wenn dS ausserhalb s,

hingegen $= 4\pi\psi o + \int\frac{dt.\cos q.\psi(dt, dS)}{(dt, dS)^2}$, wenn dS innerhalb s.

Bezeichnet daher $\sigma$ den Raum, welcher beiden Räumen s und S gemeinschaftlich angehört, so ergiebt sich

$$\iint ds\,dS\,\varphi(ds, dS) = 4\pi\sigma\psi o + \iint\frac{dS.dt.\cos q.\psi(dt, dS)}{(dt, dS)^2}.$$

Zur Fortsetzung der Reduction betrachte man das dreifache Integral $\int\frac{dS.\cos q.\psi(\mu, dS)}{(\mu, dS)^2}$, in welchem $\mu$ einen Punct der Oberfläche t und q die Neigung der daselbst nach aussen errichteten Normale gegen die von $\mu$ nach dS gerichtete Gerade bezeich-

net. Denkt man sich um $\mu$ eine Kugel vom Halbmesser 1 beschrieben, und schneidet die aus der Spitze $\mu$ auf dem Elemente der Kugelfläche $d\Pi$ errichtete Pyramide die Oberfläche T des Raumes S in den Elementen $dT'$, $dT''$, ..., für welche $(\mu, dS) = R$ die Werthe $R'$, $R''$, ... hat, und wo $Q'$, $Q''$, ... die Neigungen der nach aussen gerichteten Normalen gegen die nach $\mu$ gerichteten Geraden sind, so ist $d\Pi = \pm \frac{dT' \cos Q'}{R'R'} = \mp \frac{dT'' \cos Q''}{R''R''} = \ldots$; die oberen oder unteren Zeichen gelten je nachdem $\mu$ ausser oder in dem Raume S liegt. Da ferner $dS = R^2\, d\Pi\, dR$, so wird $\frac{dS \cdot \cos q \cdot \psi(R)}{RR} = d\Pi dR \cos q \cdot \psi R$, und wenn man $\int dR \cdot \psi R = -\vartheta R$ setzt, so erhält man durch Integration nach R: $\int \frac{dS \cdot \cos q \cdot \psi R}{RR} = d\Pi \cos q\, (\vartheta R' - \vartheta R'' + \vartheta R''' - \ldots)$ wenn $\mu$ ausser S liegt, oder $= d\Pi \cos q\, (\vartheta o - \vartheta R' + \vartheta R'' - \vartheta R''' \ldots)$ wenn $\mu$ in S liegt. Führt man noch für $d\Pi$ die obigen Ausdrücke, jeden an seiner Stelle ein, so ergiebt sich der Werth des dreifachen Integrals $\int \frac{dS \cdot \cos q \cdot \psi(\mu, dS)}{(\mu, dS)^2} = \int \frac{dT \cdot \cos q \cos Q \cdot \vartheta R}{RR}$ für ein ausser S liegendes $\mu$, wo das Integral über die ganze Oberfläche T von S auszudehnen ist. Für ein in S befindliches $\mu$ gilt derselbe Ausdruck noch vermehrt um $\vartheta o \cdot \int d\Pi \cos q$. Da q die Neigung der in dem Elemente $\mu = dt$ auf der Fläche t nach aussen errichteten Normale gegen die von $\mu$ nach einem Elemente des Raumes S gezogene Gerade bedeutet, welche, wenn $\mu$ in S liegt, von diesem Puncte aus jede beliebige Richtung haben kann, so heben sich die Elemente des über die ganze Kugelfläche auszudehnenden Integrals $\int d\Pi \cdot \cos q$ paarweise auf (nämlich ihre zu q und $\pi - q$ gehörigen Werthe); folglich ist dieses Integral Null, und der für das äussere $\mu$ geltende Werth besteht auch unverändert für das innere. Liegt aber der Punct $\mu$ in der Oberfläche, so ist dem obigen Ausdrucke ebenfalls das Integral $\vartheta o \cdot \int d\Pi \cos q$ beizufügen, die Integration aber nur über diejenigen Elemente der Kugelfläche auszudehnen, deren von $\mu$ ausgehende Halbmesser ihren zunächst an $\mu$ liegenden Theil innerhalb S haben. Beschränken wir uns auf die Annahme, dass die Oberfläche von S und s einander in $\mu$ berühren, so ist q die Neigung eines Halbmessers gegen den in Bezug auf s nach aussen gerichteten Theil der gemeinsamen Normale beider Oberflächen; man hat ferner $d\Pi = \sin q \cdot d\psi\, dq$, und indem

man von $\psi = 0$ bis $\psi = 2\pi$ integrirt, $\int d\Pi \cos q = 2\pi \int \sin q \cos q\, dq$, welches Integral in Bezug auf q von $q = 0$ bis $q = \frac{\pi}{2}$ oder von $q = \frac{\pi}{2}$ bis $q = \pi$ zu nehmen ist, je nachdem die Flächen s und S in $\mu$ auf verschiedenen oder auf einerlei Seite ihrer gemeinsamen Berührungs-Ebene liegen, und mithin in dem ersten dieser Fälle $= + \pi$, im zweiten $- \pi$ wird.

Zusammengenommen ergiebt sich aus diesen Betrachtungen das Integral $\iint ds\, dS\, \varphi(ds, dS)$, wenn die beiden Räume s und S den Raum $\sigma$ gemein haben, und wenn sie sich in der Fläche $\varepsilon'$ von aussen, in der Fläche $\varepsilon$ von innen berühren, folgender Werth:

$$4\pi\sigma\psi 0 - \pi\varepsilon\vartheta 0 + \pi\varepsilon'\vartheta 0 + \iint \frac{dt\, dT \,.\, \cos q \cos Q \,.\, \vartheta(dt, dT)}{(dt, dT)^2}, \quad \text{A.}$$

welcher noch eine vierfache Integration über die Oberflächen t und T erfordert. In diesem Ausdrucke ist q die Neigung einer in dt auf t nach aussen errichteten Normale gegen die von dt nach dT gehende Gerade, und Q die Neigung der in dT auf T nach aussen errichteten Normale gegen dieselbe, aber von dT nach dt gerichtete, Gerade.

Die von Laplace der Theorie der Capillar-Erscheinungen zu Grunde gelegte Annahme ist bekanntlich diese, dass die Functionen fr und $\varphi$r für jeden messbaren Werth von r verschwinden, und nur für sehr kleine r merkliche Werthe haben. Gauss bestimmt sie noch näher dahin, dass wenn M irgend eine Masse bezeichnet, wie sie in den Versuchen vorkommt und welche mithin gegen die Erdmasse verschwindet, die Intensität $=$ M.fr, mit welcher diese als Punct gedachte Masse auf einen in der Entfernung r liegenden Punct anziehend wirkt, gegen die Wirkung der Schwere in diesem Puncte verschwindet, sobald r einen messbaren Werth hat. Da diese Voraussetzung nur angenähert richtig ist, so besitzt auch die darauf gegründete Theorie nicht mathematische, wohl aber solche Genauigkeit, welche den genauesten Versuchen, die man gegenwärtig anstellen kann, völlig entspricht.

Unter fr hat man nur den Theil der Anziehung zu verstehen, welcher nach Weglassung des dem Quadrate der Entfernung umgekehrt proportionalen Theiles übrig bleibt; denn dieser weggelassene Theil kann unter allen Umständen nur eine unmerkliche Aenderung der Schwere bewirken. Ist nämlich eine gegen die Erdmasse verschwindende gleichartige Masse M als Kugel gestaltet, so

sieht man leicht, dass ihre Anziehung auf einen Punct ihrer Oberfläche gegen die Schwere in diesem Puncte verschwindet; ferner lässt sich zeigen, dass die grösste Anziehung, welche diese Masse M nach dem Gravitationsgesetze ausüben kann, sich zu ihrer Anziehung als Kugel auf einen Punct ihrer Oberfläche wie $3:\sqrt[3]{25}$ verhält und mithin mit dieser zugleich verschwindend klein ist. Um dieses Verhältniss zu beweisen, bemerke man, dass die Masse M, um die grösste Anziehung auszuüben, ganz auf einer Seite des angezogenen Punctes liegen muss, dass ihre Querschnitte senkrecht auf der Richtung der resultirenden Anziehung (welche die Axe der x sei) Kreise sein müssen, deren Mittelpuncte in x liegen, und dass der angezogene Punct sich in der Oberfläche des Körpers, nämlich in dessen Scheitel, befinden muss. Denn werden diese Bedingungen nicht erfüllt, so kann man allemal durch Verlegung von Theilen der Masse die Anziehung in der Richtung der Axe x vergrössern. Nimmt man den Ort des angezogenen Punctes zum Anfange der x, und bezeichnet mit r den Halbmesser des zur Abscisse x gehörigen Querschnittes, so ergiebt sich aus diesen Bedingungen für die resultirende Anziehung X, die Dichtigkeit = 1 gesetzt,

$$X = 2\pi\int_0^l \left(1 - \frac{x}{\sqrt{r^2+x^2}}\right)dx$$

wo l der Werth von x am Ende des Körpers ist. Zugleich ist $\pi\int_0^l r^2dx$ der Ausdruck für die Masse M, oder wenn R den Halbmesser der aus der Masse M gebildeten Kugel bezeichnet, so hat man $\int_0^l r^2dx = \frac{4}{3}R^3$, als Bedingung, unter welcher X seinen grössten Werth erhalten soll. Hieraus folgt $h^4x^2 = (r^2+x^2)^3$ oder $r^2 = h^{\frac{4}{3}}x^{\frac{2}{3}} - x^2$ als Gleichung für die Meridian-Curve des gesuchten Umdrehungskörpers, in welcher h eine Constante bezeichnet, und folglich:

$$X = 2\pi l\left(1 - \tfrac{3}{5}\left(\frac{l}{h}\right)^{\frac{2}{3}}\right),\quad \tfrac{3}{5}h^{\frac{4}{3}}l^{\frac{5}{3}} - \tfrac{1}{3}l^3 = \tfrac{4}{3}R^3.$$

Der grösste Werth von X findet Statt für $l = h$, $h = R\sqrt[3]{5}$, nämlich $X = \frac{4\pi R}{\sqrt[3]{25}}$. Als Kugel übt die Masse M auf einen Punct ihrer Oberfläche die Anziehung $A = \frac{4\pi R}{3}$; folglich ist $X:A = 3:\sqrt[3]{25}$.

Versteht man daher unter fr den von der Gravitation befreiten Theil der Anziehung, so wird das Integral $\int_r^\infty fr.dr = \varphi r$ für jeden merklichen Werth von r Null sein, für unmerkliche r aber merkliche Werthe haben, die mit abnehmendem r wachsen; für $r = 0$ kann sogar $\varphi o = \infty$ sein. Setzt man ferner $\int_r^\infty r^2 \varphi r\, dr = \psi r$, oder nach Gauss genauer $\int_r^a r^2 \varphi r\, dr = \psi r$, wo a eine constante messbare Grösse bezeichnet, so ist $\psi r$ ebenfalls für jedes messbare r, bis zur Grenze a, unmerklich, hingegen erhält es für unmerkliche r, merkliche, und mit abnehmendem r wachsende Werthe; die Erscheinungen fordern jedoch, dass $\psi o$ einen endlichen Werth habe, den man sich als sehr gross zu denken hat. Es sei ferner $\int_r^a \psi r.dr = \vartheta r$, so ist ebenfalls $\vartheta r$ nur für sehr kleine r merklich; ferner aber lässt sich beweisen, dass der Quotient $\frac{\vartheta r}{\psi r}$, welcher offenbar eine lineare Grösse ist, für $r = 0$ einen unmerklichen Werth hat. Denn da $\psi r$ von $\psi o$ an so schnell abnimmt, dass es für jedes messbare r unmerklich wird, so ist der Werth von r, für welchen $\psi r = \frac{1}{2}\psi o$ wird, unmessbar klein; er sei $\varrho$. Nun ist $\int_0^R \psi r dr = \vartheta o - \vartheta R$, oder $\int_0^R (\psi o - \psi r)\, dr = R\psi o - \vartheta o + \vartheta R$. Setzt man $R = \frac{\vartheta o}{\psi o}$ und nimmt an, dass R eine messbare Grösse habe, so wäre offenbar $\int_0^R (\psi o - \psi r)\, dr > \int_\varrho^R (\psi o - \psi r)\, dr > \int_\varrho^R (\psi o - \psi \varrho)\, dr$, weil für $r > \varrho$ $\psi r < \psi\varrho$, mithin $\psi o - \psi r > \psi o - \psi \varrho$ ist; folglich wäre $\int_0^R (\psi o - \psi r)\, dr = \vartheta R > (\psi o - \psi\varrho)(R - \varrho)$, oder weil $\psi\varrho = \frac{1}{2}\psi o$, $\vartheta R > \frac{1}{2}\psi o.(R-\varrho)$, mithin $\vartheta R$ eine messbare Grösse, was nicht angeht, da $\vartheta R$ für ein messbares R verschwindend klein sein muss. Daher kann $R = \frac{\vartheta o}{\psi o}$ keine messbare Grösse haben.

Betrachten wir zunächst das Integral $\int \frac{dt.\cos q.\cos Q.\vartheta(\mu, dt)}{(\mu, dt)^2}$ in welchem $\mu$ irgend ein Element der Fläche T bezeichnet, so sind alle Elemente desselben, welche zu einem messbaren Werthe des Abstandes $(\mu, dt)$ gehören, offenbar Null, weil für ein messbares r, $\vartheta r = 0$ ist; mithin hat das vorstehende Integral nur dann einen messbaren Werth, wenn der Punct $\mu$ von der Fläche t unmerklich absteht, und braucht nur auf die dem Puncte $\mu$ sehr nahe

liegenden Theile von t ausgedehnt zu werden. Setzt man ferner für $\frac{dt . \cos q}{(\mu, dt)^2}$ wieder $\pm d\Pi$, indem man unter $d\Pi$, wie früher, das Element einer um den Mittelpunct $\mu$ mit dem Halbmesser $= 1$ beschriebenen Kugel versteht, und von den Vorzeichen das obere oder untere nimmt, je nachdem die äussere oder innere Seite der Fläche t nach $\mu$ gekehrt ist, so verwandelt sich das obige Integral in $\int \pm d\Pi . \cos Q . \varphi(\mu, dt)$. Liegt nun $\mu$ in der Oberfläche selbst, so ist der Raum, welchen einerseits die durch $\mu$ an t gelegte Berührungs-Ebene, andererseits die Folge der von $\mu$ nach den sehr nahe liegenden Puncten der Fläche t gezogenen und weiter verlängerten Halbmesser auf der Kugelfläche abschneidet, offenbar sehr klein, und mithin verschwindet das vorstehende Integral. Hierbei wird die Fläche in der Umgebung von $\mu$ als stetig gekrümmt angenommen.

Befindet sich dagegen $\mu$ in einer unmessbar kleinen Entfernung von t, so erhält das Integral $\int \pm d\Pi . \cos Q . \varphi(\mu, dt)$ einen endlichen Werth. Denkt man sich von $\mu$ aus eine Normale n nach der Fläche t gezogen, setzt $(\mu, dt) = r$, und ist p die feste Gerade, welche mit r den Winkel Q einschliesst (nämlich p die in $\mu$ auf der Fläche T nach aussen errichtete Normale), so hat man $\angle (rp) = Q$, und setzt man noch $\angle (nr) = v$, $\angle (np) = k$, endlich die Neigung der Ebene nr gegen np gleich w, so folgt $\cos Q = \cos v \cos k + \sin v \sin k \cos w$, ferner $d\Pi = \sin v . dw dv$, mithin

$$\int d\Pi . \cos Q . \varphi r = \int (\cos v \cos k + \sin v \sin k \cos w) \sin v . \varphi r . dv dw.$$

Integrirt man zuerst nach w von 0 bis $2\pi$, so ergiebt sich der Werth: $2\pi \cos k \int \cos v . \sin v . \varphi r . dv$. Um die noch übrige Integration zu vollziehen, kann man das den Fusspunct der Normale n zunächst umgebende Theilchen der Oberfläche t, auf welches allein die Integration auszudehnen ist, als eben betrachten; bezeichnet man mit $\varrho$ seinen kürzesten Abstand von $\mu$, so ist $r \cos v = \varrho$, mithin $\sin v . dv = \frac{\varrho dr}{r^2}$, daher

$$\int d\Pi . \cos Q . \varphi r = 2\pi \varrho^2 \cos k . \int \frac{\varphi r . dr}{r^3}$$

wo die Integration von $r = \varrho$ bis zu einem beliebig kleinen messbaren r auszudehnen ist. Wird allgemein $\int_r^a \frac{\varphi r . dr}{r^3} = \frac{\varphi' r}{2r^2}$ gesetzt,

wo a irgend ein messbares r vorstellt, so ist $\int_{\varrho}^{a} \frac{\vartheta r \,.\, dr}{r^3} = \frac{\vartheta'\varrho}{2\varrho^2}$, und mithin das obige Integral $= \varkappa \cos k \,.\, \Theta'\varrho$. Daher ist

$$\int \frac{dt \,.\, \cos q \cos Q \,.\, \vartheta\,(dT, dt)}{(dT, dt)^2} = \int \pm\, d\Pi \,.\, \cos Q \,.\, \vartheta\,(dT, dt) = \pm\, \varkappa \cos k \vartheta'\varrho$$

wo die oberen oder unteren Zeichen gelten, je nachdem das Element $\mu = dT$ sich auf der äusseren oder inneren Seite der Fläche t, in dem unmessbar kleinem Abstande $= \varrho$ von demselben befindet, und wo k die Neigung der in dT nach aussen errichteten Normale p gegen die von dT auf t gefällte Normale n, deren Länge durch $\varrho$ ausgedrückt wurde, bezeichnet.

Hieraus folgt weiter, dass das Integral

$$\iint \frac{dT\, dt \,.\, \cos q \,.\, \cos Q \,.\, \vartheta\,(dT, dt)}{(dT, dt)^2} = \int \pm\, \varkappa \cos k \,.\, \vartheta'\varrho \,.\, dT$$

nur dann einen merklichen Werth haben kann, wenn sich in unmessbar kleiner Entfernung von t ein messbarer Theil von T vorfindet. Da ein solcher von dem Parallelismus mit t nicht merklich abweichen kann, so ist für alle Puncte desselben $\cos k$ von $+1$ oder von $-1$ nicht merklich verschieden; je nachdem nämlich die äussere oder innere Seite von T der Fläche t zugekehrt ist. Da zugleich in dem vorstehenden Integrale das obere oder untere Vorzeichen gilt, je nachdem das entsprechende Element dT auf der äusseren oder inneren Seite von t liegt, so erhält das obige Integral den Werth $= \int \pm\, \varkappa \vartheta'\varrho \,.\, dT$, in welchem das positive Zeichen überall da gilt, wo gleichnamige, das negative, wo ungleichnamige Seiten der Fläche t und T einander zugekehrt sind. Bezeichnet man die Summe aller Theile der ersten Art, für eine beliebige der Flächen t oder T, mit $\tau'$, der anderen mit $\tau$, so ist $+\int \varkappa \vartheta'\varrho\, d\tau' - \int \varkappa \vartheta'\varrho\, d\tau$ der Werth dieses Integrals. Setzt man diesen Werth in A., so kommt

$$\iint ds\, dS\, \varphi\,(ds, dS) = 4\varkappa\sigma\psi o - \varkappa\varepsilon\vartheta o + \varkappa\varepsilon'\vartheta o + \varkappa \int \vartheta'\varrho\, d\tau' - \varkappa \int \vartheta'\varrho\, d\tau.$$

Um hieraus den Werth von $\Omega$ zu bilden, bemerke man, dass für das zweite Glied des Ausdruckes $\Omega$ der Raum S mit s zusammenfällt; daher für dieses $\sigma = s$ wird, ferner $\varepsilon = t$, wo t die ganze Oberfläche von s anzeigt, endlich $\varepsilon' = 0$. Ferner ist $\tau' = 0$, wenn im Raume s keine leeren Zwischenräume oder Spalten von messbarer Ausdehnung aber unmessbar kleiner Breite vorkommen, und $\tau = 0$, wenn $\varrho$ keinen Theil von messbarer Ausdehnung aber nur unmessbar kleiner Dicke enthält. Werden solche Fälle, in welchen

$\varepsilon'$ und $\varepsilon$ nicht Null sind, bei Seite gesetzt, so ergiebt sich der Werth des zweiten Gliedes in $\Omega$ gleich: $\frac{1}{2}$ cc $(4\varkappa\varepsilon\psi o - \varkappa t\vartheta o)$.

Für das dritte Glied von $\Omega$ ist, da die Räume s und S (der Flüssigkeit und des Gefässes) keinen gemeinsamen Theil haben, $\sigma = 0$; ferner ist $\varepsilon = 0$, $\varepsilon' = T =$ der von der Flüssigkeit berührten Fläche des Gefässes; folglich ergiebt sich, wenn man für $f$, $\varphi$, $\psi$, $\vartheta$ die gleichnamigen grossen Buchstaben setzt, der Werth des genannten Theils von $\Omega$ gleich $\varkappa c C T \Theta o$. Zu diesem Werthe kommt noch das Glied $-\varkappa c C \int \Theta' \varrho . dT'$, wenn die Flüssigkeit für einen messbaren Theil T' der Fläche T nur eine unmerkliche Dicke hat. Setzt man, wie vorhin, diesen Fall bei Seite, so erhält $\Omega$ den Werth

$$\Omega = -gc\int z ds + \tfrac{1}{2}\varkappa cc\,(4s\psi o - t\vartheta o) + \varkappa c C\Theta o . T$$

wo t die ganze, T die vom Gefäss berührte Oberfläche der Flüssigkeit ist. Da das Volumen s der Flüssigkeit unveränderlich ist, so folgt, dass der Ausdruck

$$\int z ds + \frac{\varkappa c . \vartheta o}{2g} t - \frac{\varkappa C . \Theta o}{g} T = W$$

ein Minimum werden muss. Alle Glieder dieses Ausdruckes müssen, gleich dem ersten, von der 4ten Dimension sein; setzt man daher $\frac{\varkappa c . \vartheta o}{2g} = \alpha^2$, $\frac{\varkappa C . \Theta o}{2g} = \beta^2$, so sind $\alpha$ und $\beta$ Linien; bezeichnet man noch mit U die freie Oberfläche der Flüssigkeit, so ist $t = T + U$, und

$$W = \int z ds + (\alpha^2 - 2\beta^2)\, T + \alpha^2 U. \qquad \text{B.}$$

Aus der Bedingung, dass W ein Minimum sein muss, lässt sich die Erscheinung des Aufsteigens oder Sinkens der Flüssigkeit in Haarröhrchen leicht herleiten. Man denke sich eine gekrümmte Röhre mit zwei verticalen Schenkeln, mit Flüssigkeit gefüllt; es sei a der innere Querschnitt des einen Schenkels, oder genauer die horizontale Projection der freien Oberfläche der Flüssigkeit in diesem Schenkel, b der Umring der Fläche a, ah das Volumen der in diesem Schenkel, zwischen der freien Oberfläche und einer festen unterhalb liegenden Ebene, befindlichen Flüssigkeit, oder h die mittle Höhe der Flüssigkeit über dieser Ebene, von welcher die z anfangen; a', b', h' seien dasselbe für den anderen Schenkel. Wenn nun die Lage der Flüssigkeit eine unendlich kleine Aenderung der Art erleidet, dass beide Theile der freien Oberfläche ihre Gestalt behalten, indem vorausgesetzt wird, dass die inneren Wände beider Schenkel in der Nähe der Oberfläche der Flüssigkeit ver-

tical sind; so ist zuerst die Variation von $\int zds = ahdh + a'h'dh'$; ferner die Variation von T: $bdh + b'dh'$; endlich die Variation von U gleich Null. Daher wird

$$dW = ahdh + a'h'dh' - (2\beta^2 - \alpha^2)(bdh + b'dh').$$

Da ferner das Volumen s unverändert bleibt, so ist seine Variation $adh + a'dh' = 0$; die Verbindung dieser Gleichungen giebt, wenn zur Abkürzung $2\beta^2 - \alpha^2 = \gamma$ gesetzt wird, $h - h' = \gamma\left(\frac{b}{a} - \frac{b'}{a'}\right)$ oder

$$h - \gamma\frac{b}{a} = h' - \gamma\frac{b'}{a'}.$$

Ist die zweite Röhre so weit, dass $\frac{b'}{a'}$ wegen der Grösse von a' vernachlässigt werden kann, so kommt $h - h' = \gamma\frac{b}{a}$, woraus sich, wenn der innere Querschnitt ein Kreis ist, ein dem Durchmesser desselben umgekehrt proportionales Aufsteigen oder Sinken ergiebt. Nimmt man die Anfangs-Ebene der h so, dass $h - \gamma\frac{b}{a} = 0$, so wird auch $h' - \gamma\frac{b'}{a'} = 0$; alsdann drücken $ah = \gamma b$, $a'h' = \gamma b'$ die Mengen der Flüssigkeit aus, welche, wenn $\gamma$ positiv ist, über diejenige Oberfläche gehoben sind, die in Abwesenheit *aller* Capillar-Anziehung für $\gamma = 0$ Statt finden würde.

Aus der Bedingung, dass W ein Minimum sein soll, lassen sich die zur Bestimmung der Gestalt der Flüssigkeit nöthigen Gleichungen entweder durch Variations-Rechnung, oder auf einem mehr geometrischen Werthe herleiten, welchem seiner Kürze wegen hier der Vorzug zu geben ist. Man denke sich die Gestalt der Flüssigkeit im Gefässe, deren freie Oberfläche mit U, vom Gefäss bedeckte mit T bezeichnet wurde, auf beliebige Weise unendlich wenig geändert; es seien U', T' die freie und die bedeckte Oberfläche nach dieser Aenderung. Die Grenzlinie zwischen U und T, oder der Umring von U, heisse P, der Umring von U' heisse P'. In einem beliebigen Puncte p von U ziehe man die Normale n auf U, ferner ziehe man aus p auf der Fläche U zwei unendlich kleine Linear-Elemente $pg = dl$, $pg' = dl'$, das eine in der Richtung der grössten, das andere in der Richtung der kleinsten Krümmung, welche mithin senkrecht auf einander stehen; so ist $dU = dl.dl'$ ein Element der Fläche U. Es seien m und m' die zu den Linear-Elementen dl und dl' gehörigen Krümmungsmittelpuncte in n, $mp = R$, $m'p = R'$ die Krümmungshalbmesser, positiv zu nehmen, wenn die

convexe Seite der Fläche U in p nach aussen gekehrt ist, und man nenne $x$, $y$, $y'$ die Puncte, in welchen die Fläche U' durch die nöthigenfalls verlängerten Geraden n, mg, m'g' getroffen wird, oder da eine in der Grenze P errichtete Normale an der Fläche U' vorbeigehen kann, ohne sie zu treffen, so denke man sich in den Puncten von P' berührende Ebenen an U' gelegt; die Normale n wird alsdann die durch diese Berührungs-Ebenen gebildete Fortsetzung der Fläche U', und zwar in einem der Grenzcurve P' unendlich nahen Puncte $x$, treffen. Setzt man $xy = d\lambda$, $xy' = d\lambda'$, endlich das Element der Normale $px = \delta n$, wobei $\delta n$ positiv oder negativ zu nehmen ist, je nachdem $px$ ausserhalb oder innerhalb des von der Flüssigkeit erfüllten Raumes liegt; so ist, weil die Flächen U und U' in den Puncten p und $x$ unendlich nahe parallel sind, $R : R + \delta n = dl : d\lambda$, oder $d\lambda = dl\left(1 + \frac{\delta n}{R}\right)$, und auf gleiche Weise $d\lambda' = dl'\left(1 + \frac{\delta n}{R'}\right)$, mithin $d\lambda . d\lambda' = dl . dl'\left(1 + \frac{\delta n}{R}\right) \times \left(1 + \frac{\delta n}{R'}\right)$, oder mit Weglassung der zweiten Potenz von $\delta n$, $d\lambda . d\lambda' = dU + \left(\frac{1}{R} + \frac{1}{R'}\right)\delta n . dU$. Das doppelte Integral $\int d\lambda . d\lambda'$, über die gesammte Oberfläche U ausgedehnt, ist gleich dem Theil der Oberfläche U', welcher von den von U ausgehenden Normalen getroffen wird, und mit A bezeichnet werde, vermehrt um den von jenen Normalen getroffenen Theil der oben bezeichneten Fortsetzung von U, welcher einen unendlich schmalen, an einem Theil der Grenz-Curve P', und zwar in Bezug auf die Fläche U' nach aussen liegenden Streifen B bildet. Es sei noch C der von den Normalen nicht getroffene Theil von U', welcher einen an dem übrigen Theil von P' innerhalb liegenden unendlich schmalen Streifen bildet, so hat man $U' = A + C$ und

$$\int d\lambda\, d\lambda' = U + \int dU\, \delta n \left(\frac{1}{R} + \frac{1}{R'}\right) = A + B$$

folglich $U' - U = \delta U = \int dU\, \delta n \left(\frac{1}{R} + \frac{1}{R'}\right) + C - B.$

In irgend einem Puncte $\mu$ der Curve P lege man die Berührungs-Ebene an U, und ziehe senkrecht auf der Tangente an P in $\mu$, in der Berührungs-Ebene, eine von $\mu$ in Bezug auf die Fläche U nach innen gerichtete Gerade a. Ferner ziehe man, ebenfalls senkrecht auf der Tangente an P in $\mu$, in der Berührungs-Ebene der Gefässwand eine gerade Linie b, welche von $\mu$ in Bezug auf

den Raum der Flüssigkeit nach aussen gerichtet sei; es sei i der Winkel zwischen a und b, also i die Neigung der Wand gegen die freie Oberfläche der Flüssigkeit, im Puncte $\mu$. Es sei $\mu'$ ein dem Puncte $\mu$ unendlich nahe liegender Punct von P', das lineare Element $\mu\mu'$ sei $= \delta e$, und k seine Neigung gegen die Richtung von b, $\vartheta$ seine Neigung gegen a. Da die Ebene der Geraden a, b oder die Normal-Ebene der Curve P senkrecht steht auf der Berührungs-Ebene der Wand, in welcher nicht allein die Gerade b, sondern auch das Linear-Element $\delta e = \mu\mu'$ liegt, weil der Punct $\mu'$ der Curve P' unendlich nahe bei $\mu$ und, wie dieser Punct, in der Wand des Gefässes liegt, so geben die Richtungen $\delta e$, a, b ein rechtwinkliches sphärisches Dreieck, in welchem $\angle(\delta e, a) = \vartheta$ die Hypotenuse, $\angle(\delta e, b) = k$, $\angle(a, b) = i$ die Catheten sind; daher ist $\cos\vartheta = \cos k \cos i$. Nun ist $\delta e . \cos\vartheta$ die Projection von $\delta e$ auf a, mithin $\delta e . \cos\vartheta . dP$ ein Element des Streifens B oder C, je nachdem Winkel $\vartheta$ spitz oder stumpf ist. Folglich ist $C - B = -\int dP . \delta e . \cos\vartheta = -\int dP . \delta e . \cos k \cos i$, die Integration über den ganzen Umring P ausgedehnt. Demnach ist die Variation von U

$$\delta U = U' - U = \int dU\, \delta n \left(\frac{1}{R} + \frac{1}{R'}\right) - \int dP . \delta e . \cos k \cos i.$$

Ferner ist $\delta e . \cos k$ die Projection von $\delta e$ auf die Richtung von b, welche auf der Richtung des Elementes dP der Curve P senkrecht steht, und wie dieses in der Berührungs-Ebene der Wand liegt; folglich ist $\delta e . \cos k . dP$ das Element der Variation, welche die bedeckte Oberfläche T der Flüssigkeit erleidet, oder es ist

$$\delta T = \int dP . \delta e . \cos k$$

wo die Integration sich über den Umring P erstreckt. Endlich ist $dU . \delta n$ der Inhalt eines über der Grundfläche dU errichteten Prismas von der Höhe $\delta n$, also das Element der Variation des von der Flüssigkeit erfüllten Raumes s, und da der zu demselben gehörige Werth von z dem zum Flächen-Elemente dU gehörigen z unendlich nahe gleich ist, so ist $z dU \delta n$ das Element der Variation von $\int z ds$, oder $\delta\int z ds = \int z dU \delta n$, das Integral über U ausgedehnt. Das Integral $\int dU . \delta n$ stellt die Variation des Raumes s vor, und muss daher $= 0$ sein, also ist $\delta s = \int dU . \delta n = 0$. Diese Werthe geben für $\delta W = \delta\int z ds + (\alpha^2 - 2\beta^2)\delta T + \alpha^2 \delta U$ den Ausdruck

$$\delta W = \int dU \delta n \left[z + \alpha^2\left(\frac{1}{R} + \frac{1}{R'}\right)\right] - \int dP . \delta e \cos k \left\{\alpha^2 \cos i + 2\beta^2 - \alpha^2\right\}.$$

Da $\delta W$ nicht negativ werden darf, wie man auch die unendlich

kleinen Variationen $\delta n$ und $\delta e$ wähle, so muss der Ausdruck $z + \alpha^2\left(\frac{1}{R}+\frac{1}{R'}\right)$ unveränderlich sein; denn wäre er es nicht, so könnte man jedenfalls, ohne die Grenzcurve P zu ändern, also $\delta e = 0$ setzend, die Variationen $\delta n$ so wählen, dass $\delta W$ einen negativen Werth erhielte. Ist aber $z + \alpha^2\left(\frac{1}{R}+\frac{1}{R'}\right) = C$, so wird, weil $\int dU . \delta n = 0$, $\delta W = -\int dP . \delta e . \cos k \left\{\alpha^2 \cos i + 2\beta^2 - \alpha^2\right\}$, und da $\delta e . \cos k$ immer noch ganz willkürlich bleibt, so muss, wenn $\delta W$ nicht negativ soll werden können, $\alpha^2 \cos i + 2\beta^2 - \alpha^2 = 0$ oder $\sin \frac{1}{2} i = \frac{\beta}{\alpha}$ sein. Lässt man die z in der horizontalen Normal-Fläche anfangen (d. h. in der Ebene, welche die Oberfläche der Flüssigkeit bilden würde, wenn keine Capillar-Anziehung Statt fände), so wird die obige Constante $C = 0$, und man erhält für die Oberfläche folgende Gleichungen:

$$z + \alpha^2\left(\frac{1}{R}+\frac{1}{R'}\right) = 0 \text{ und } \sin \tfrac{1}{2} i = \frac{\beta}{\alpha}.$$

Die Constanten $\alpha$ und $\beta$ hängen von den Functionen f und F ab, und können als ein Maass der Intensität der Anziehung zwischen den Theilen der Flüssigkeit unter sich und gegen die Theile des Gefässes betrachtet werden. Wenn $\beta > \alpha$, also die Anziehung des Gefässes gegen die Flüssigkeit grösser ist als die Anziehung zwischen den Theilen der Flüssigkeit, so kann die Gleichung $\alpha \sin \frac{1}{2} i = \beta$ nicht bestehen. In diesem Falle giebt es keine bestimmte Gestalt des Gleichgewichtes; denn denkt man sich neben der Flüssigkeit noch eine sehr dünne Schicht über einen Theil der Wand, dessen Fläche T′ sei, ausgebreitet, so ist T′ die Zunahme der bedeckten Oberfläche T und zugleich erleidet auch die freie Oberfläche U nahe dieselbe Zunahme T′. Der Ausdruck $W = \int z ds + (\alpha^2 - 2\beta^2) T + \alpha^2 U$ verwandelt sich dann in folgenden, der desto genauer ist, je dünner die hinzugefügte Schicht, nämlich $W' = \int z ds + (\alpha^2 - 2\beta^2)(T + T') + \alpha^2 (U + T')$, und da das Integral $\int z ds$ in beiden nahe denselben Werth vorstellt, so wird $W' - W = 2(\alpha^2 - \beta^2) T'$, also da $\beta^2 > \alpha^2$, $W' < W$, also wird durch die Annahme einer weiteren Ausbreitung der Flüssigkeit auf der Wand des Gefässes, W vermindert. Ist aber die ganze Wand des Gefässes mit einer unmerklich dünnen Schicht der Flüssigkeit benetzt, so kann man in den Gleichungen für die Oberfläche $\beta = \alpha$ setzen, indem alsdann die benetzende Schicht als Ober-

fläche der Wand sich ansehen lässt. Alsdann wird $\sin \frac{1}{2} i = 1$, oder $i = \pi$; also berührt die freie Oberfläche der Flüssigkeit die Wand des Gefässes.

Die gefundenen Resultate setzen völlig freie Beweglichkeit der flüssigen Theilchen voraus. Diese findet im Innern der Flüssigkeit und an ihrer freien Oberfläche viel mehr statt, als an der Wand des Gefässes, wenn diese troken ist. Die freie Oberfläche wird daher unter allen Umständen eine der Gleichung $z + \alpha^2 \left(\frac{1}{R} + \frac{1}{R'}\right) = C$ entsprechende Gestalt haben, wenn die Flüssigkeit in Ruhe ist; aber die andere Bedingung für die Grenze braucht noch nicht erfüllt zu sein, weil, wenn die erste Bedingung erfüllt ist, der Uebergang zum Minimum von W nicht ohne Verschiebung der an der Wand befindlichen Theilchen geschehen kann, welcher die Reibung Widerstand leistet. Man bemerkt daher bei benetzten Wänden grössere Uebereinstimmung der Erscheinungen mit obigen Formeln, als bei trocknen, weil an jenen die Theile der flüssigen Masse leichter fortgleiten, als an diesen.

Aus Beobachtungen an benetzten Gefässen lässt sich der Werth von $\alpha$ herleiten. Nach den Versuchen von Laplace ergiebt sich für Wasser bei der Temperatur von 8°,5 Cent. $\alpha = 2{,}7509$ Millim., für Weingeist vom specifischen Gewichte 0,81961, $\alpha = 1{,}7447$ Mm., für Terpentinöl bei 8° C. $\alpha = 1{,}818$; für Quecksilber bei 10° C. $\alpha = 1{,}803$. Die Temperatur scheint auf die Werthe von $\alpha$ nur in so weit Einfluss zu haben, als sie die Dichte der Flüssigkeit ändert, welcher der Werth von $\alpha^2$ proportional ist.

Wir besitzen noch eine Bearbeitung dieses Gegenstandes in der Nouvelle théorie de l'action capillaire par S. D. Poisson, Paris 1831, welche sich besonders durch genaues Eingehen in viele einzelne Erscheinungen auszeichnet, einen zusammenfassenden Auszug aber nicht leicht gestattet; daher ich nur über einen in dieser Schrift besonders hervorgehobenen Punct eine Bemerkung machen will, zu welcher die Pflicht eines Berichterstatters mich nöthigt. P. tadelt nämlich, dass man die Aenderung nicht in Rechnung gebracht habe, welcher die Dichtigkeit des flüssigen Körpers an seiner Oberfläche unterworfen sei, und behauptet, dass, wenn dieselbe vernachlässigt wird, die freie Oberfläche eben und wagerecht bleiben und weder Hebung noch Senkung der Flüssigkeit eintreten würde (Vgl. z. B. S. 6 der Vorrede). Der Beweis für diese der bisherigen

kleinen Variationen $\delta n$ und $\delta e$ wähle, so muss der Ausdruck $z + \alpha^2\left(\frac{1}{R}+\frac{1}{R'}\right)$ unveränderlich sein; denn wäre er es nicht, so könnte man jedenfalls, ohne die Grenzcurve P zu ändern, also $\delta e = 0$ setzend, die Variationen $\delta n$ so wählen, dass $\delta W$ einen negativen Werth erhielte. Ist aber $z + \alpha^2\left(\frac{1}{R}+\frac{1}{R'}\right) = C$, so wird, weil $\int dU . \delta n = 0$, $\delta W = -\int dP . \delta e . \cos k \left\{\alpha^2 \cos i + 2\beta^2 - \alpha^2\right\}$, und da $\delta e . \cos k$ immer noch ganz willkührlich bleibt, so muss, wenn $\delta W$ nicht negativ soll werden können, $\alpha^2 \cos i + 2\beta^2 - \alpha^2 = 0$ oder $\sin \frac{1}{2} i = \frac{\beta}{\alpha}$ sein. Lässt man die z in der horizontalen Normal-Fläche anfangen (d. h. in der Ebene, welche die Oberfläche der Flüssigkeit bilden würde, wenn keine Capillar-Anziehung Statt fände), so wird die obige Constante $C = 0$, und man erhält für die Oberfläche folgende Gleichungen:

$$z + \alpha^2\left(\frac{1}{R}+\frac{1}{R'}\right) = 0 \text{ und } \sin \tfrac{1}{2} i = \frac{\beta}{\alpha}.$$

Die Constanten $\alpha$ und $\beta$ hängen von den Functionen f und F ab, und können als ein Maass der Intensität der Anziehung zwischen den Theilen der Flüssigkeit unter sich und gegen die Theile des Gefässes betrachtet werden. Wenn $\beta > \alpha$, also die Anziehung des Gefässes gegen die Flüssigkeit grösser ist, als die Anziehung zwischen den Theilen der Flüssigkeit, so kann die Gleichung $\alpha \sin \frac{1}{2} i = \beta$ nicht bestehen. In diesem Falle giebt es keine bestimmte Gestalt des Gleichgewichtes; denn denkt man sich neben der Flüssigkeit noch eine sehr dünne Schicht über einen Theil der Wand, dessen Fläche T′ sei, ausgebreitet, so ist T′ die Zunahme der bedeckten Oberfläche T und zugleich erleidet auch die freie Oberfläche U nahe dieselbe Zunahme T′. Der Ausdruck $W = \int z ds + (\alpha^2 - 2\beta^2) T + \alpha^2 U$ verwandelt sich dann in folgenden, der desto genauer ist, je dünner die hinzugefügte Schicht, nämlich $W' = \int z ds + (\alpha^2 - 2\beta^2)(T + T') + \alpha^2 (U + T')$, und da das Integral $\int z ds$ in beiden nahe denselben Werth vorstellt, so wird $W' - W = 2(\alpha^2 - \beta^2) T'$, also da $\beta^2 > \alpha^2$, $W' < W$, also wird durch die Annahme einer weiteren Ausbreitung der Flüssigkeit auf der Wand des Gefässes, W vermindert. Ist aber die ganze Wand des Gefässes mit einer unmerklich dünnen Schicht der Flüssigkeit benetzt, so kann man in den Gleichungen für die Oberfläche $\beta = \alpha$ setzen, indem alsdann die benetzende Schicht als Oberfläche der Wand sich ansehen lässt. Alsdann wird $\sin \frac{1}{2} i = 1$,

oder $i = \pi$; also berührt die freie Oberfläche der Flüssigkeit die Wand des Gefässes.

Die gefundenen Resultate setzen völlig freie Beweglichkeit der flüssigen Theilchen voraus. Diese findet im Innern der Flüssigkeit und an ihrer freien Oberfläche viel mehr statt, als an der Wand des Gefässes, wenn diese trocken ist. Die freie Oberfläche wird daher unter allen Umständen eine der Gleichung $z \mp \alpha^2 \left(\frac{1}{R} + \frac{1}{R'}\right) = C$ entsprechende Gestalt haben, wenn die Flüssigkeit in Ruhe ist; aber die andere Bedingung für die Grenze braucht noch nicht erfüllt zu sein, weil, wenn die erste Bedingung erfüllt ist, der Uebergang zum Minimum von W nicht ohne Verschiebung der an der Wand befindlichen Theilchen geschehen kann, welcher die Reibung Widerstand leistet. Man bemerkt daher bei benetzten Wänden grössere Uebereinstimmung der Erscheinungen mit obigen Formeln, als bei trocknen, weil an jenen die Theile der flüssigen Masse leichter fortgleiten, als an diesen.

Aus Beobachtungen an benetzten Gefässen lässt sich der Werth von $\alpha$ herleiten. Nach den Versuchen von Laplace ergiebt sich für Wasser bei der Temperatur von 8°,5 Cent. $\alpha = 2{,}7509$ Millim., für Weingeist vom specifischen Gewichte 0,81961, $\alpha = 1{,}7447$ Mm., für Terpentinöl bei 8° C. $\alpha = 1{,}818$; für Quecksilber bei 10° C. $\alpha = 1{,}803$. Die Temperatur scheint auf die Werthe von $\alpha$ nur in so weit Einfluss zu haben, als sie die Dichte der Flüssigkeit ändert, welcher der Werth von $\alpha^2$ proportional ist.

Wir besitzen noch eine Bearbeitung dieses Gegenstandes in der Nouvelle théorie de l'action capillaire par S. D. Poisson. Paris 1831, welche sich besonders durch genaues Eingehen in viele einzelne Erscheinungen auszeichnet, einen zusammenfassenden Auszug aber nicht leicht gestattet; daher ich mich hier nur auf eine Bemerkung über die Polemik, welche der berühmte Verfasser gegen die bisherige Theorie richtet, beschränken will. Poisson tadelt nämlich, dass man die Aenderung nicht in Rechnung gebracht habe, welcher die Dichtigkeit des flüssigen Körpers an seiner Oberfläche und im Innern unterworfen sei, und behauptet, dass, wenn dieselbe vernachlässigt wird, die freie Oberfläche eben und wagerecht bleiben und weder Hebung noch Senkung der Flüssigkeit eintreten werde (vgl. z. B. S. 6 der Vorrede). Der Beweis für diese der bisherigen Theorie widersprechende Behauptung geht von folgender Betrachtung aus (S. 18 u. f.):

Es sei AOB (Fig. 3.) die freie Oberfläche der Flüssigkeit in der Röhre AA′B′B, $\omega$ ein Element derselben in O, OE ein flüssiger Cylinder normal auf der Fläche, dessen Grundfläche $\omega$; CD sei die Berührungs-Ebene der Fläche in O; O′ ein beliebiger Punkt des Cylinders in der verticalen Tiefe $= \alpha$ unter O, und C′D′ eine durch O′ gehende mit CD parallele Ebene. Auf diesen Cylinder OO′ wirken in der Richtung von O nach O′ folgende Kräfte: die Anziehung des Meniscus, welche mit $\mu$ bezeichnet und gefunden wird $\mu = -\frac{1}{2}H\left(\frac{1}{\lambda}+\frac{1}{\lambda'}\right)$, wo $\lambda$ und $\lambda'$ die Krümmungshalbmesser sind, die für eine concave Oberfläche als positiv angesehen werden. Die Constante H hängt von der Anziehung $\varphi r$ zwischen den Theilen der Flüssigkeit ab, und findet sich: $H = \frac{1}{2}\pi\varrho^2 \int_0^\infty r^4 \varphi r\, dr$, $\varrho$ ist die Dichte der Flüssigkeit, auf deren Veränderung hier keine Rücksicht genommen wird. Ferner wirkt auf den Cylinder die Anziehung der unter C′D′ befindlichen Flüssigkeit; ihre Intensität wird gefunden $K = \frac{2\pi\varrho^2}{3} \times \int_0^\infty r^3 \varphi r\, dr$; die Wirkung der zwischen CD und C′D′ enthaltenen, den Cylinder umgebenden Flüssigkeit, in der Richtung OO′, ist Null; es wirkt noch das Gewicht des Cylinders OO′, nach der Richtung desselben gemessen, mit der Intensität $g\varrho\alpha$, endlich noch der Luftdruck $\Pi$ in O. Alle diese Kräfte sind auf die Flächeneinheit zurückgeführt. Poisson sagt, für das Gleichgewicht des Cylinders OO′ müsse die Summe dieser Kräfte Null sein, und erhält dann folgende Gleichung: $K + \mu + g\varrho\alpha + \Pi = 0$ oder $K = -\Pi - g\varrho\alpha + \frac{1}{2}H\left(\frac{1}{\lambda}+\frac{1}{\lambda'}\right)$ (S. 19.), auf welche dann weitere Betrachtungen gegründet werden.

Die Annahme einer unveränderlichen Dichtigkeit, mit welcher die frühere Theorie sich begnügt hatte, würde durch vorstehende Gleichung unmittelbar widerlegt sein, wenn diese wirklich aus jener folgte. Denn da sich $\alpha$ auf einen beliebigen Punkt O′ des Cylinders OE bezieht, indem es den verticalen Höhen-Unterschied zwischen O und O′ bedeutet, so ist es eine willkührliche oder veränderlichen Grösse; hingegen sind die übrigen in der Gleichung vorkommende Grössen entweder absolut constant, wie K, H, $\Pi$, g, $\varrho$, oder wenigstens für denselben Cylinder OE constant, wie $\lambda$ und $\lambda'$; folglich würde sich aus dieser Gleichung ein constanter Werth für $\alpha$ ergeben, welcher offenbar unzulässig ist. Auch betrachtet

Poisson den Werth von $\alpha$ in dieser Gleichung als willkürlich, indem er aus ihr den Schluss zieht, dass K eine im Allgemeinen negative Grösse sei, welche hauptsächlich vom Drucke $\Pi$ und von der Tiefe des Punctes O′ abhänge, dem sie entspricht. Also wäre dann K veränderlich, da doch sein Werth konstant und schon vorher angegeben ist. Ganz dieselbe Einwendung lässt sich auch gegen eine im weiteren Verlaufe S. 20. Z. 8. v. u. aufgestellte Gleichung machen. Der innere Widerspruch, welchen hiernach diese Gleichungen darbieten, scheint lediglich in einer mangelhaften statischen Betrachtung seinen Grund zu haben, denn für das Gleichgewicht des Cylinders ist nicht erforderlich, dass die Summe der oben aufgezählten von O nach O′ gerichteten Kräfte, nämlich $K + \mu + g\varrho\alpha + \Pi$ gleich Null sei, sondern nur, dass sie dem Gegendruck gleich sei, welcher in O′ auf die flüssige Säule wirkt. Poisson scheint anzunehmen, dass ein solcher Gegendruck aus der bisherigen Theorie sich nicht ergeben, weil derselbe das Dasein einer abstossenden Kraft voraussetzt, während die Theorie nur anziehende Kräfte annimmt; wobei jedoch unberücksichtigt geblieben ist, dass die Annahme einer constanten Dichtigkeit die Voraussetzung einer abstossenden Kraft schon in sich einhüllt. So viele Anerkennung daher der von Poisson gemachte Versuch verdient, jene Annahme constanter Dichtigkeit durch Einführung passender Hypothesen über die zwischen den Molecülen wirkenden abstossenden Kräften nicht allein zu ersetzen, sondern auch darüber hinauszugehen, und die durch den veränderlichen Druck hervorgebrachten Aenderungen der Dichtigkeit, welche die bisherige Theorie wegen der geringen Compressibilität der tropfbaren Flüssigkeit bei der Erklärung der Capillaritäts-Erscheinungen unberücksichtigt liess, ebenfalls noch in die Rechnung einzuführen, so kann doch die Behauptung, dass aus der bisherigen Theorie die Erscheinungen der Capillarität gar nicht folgen, nicht als begründet anerkannt werden.

---

## 6. Ueber das Gleichgewicht eines an einem Faden hängenden und in gleichförmige Drehung versetzten Körpers.

Eine Beobachtung Gregory's, von welcher im 3. Bande der Correspondance mathématique et physique de Bruxelles die Rede



ist, hat Pagani zuerst im 4. Bande dieser Zeitschrift und nachher in grösserer Allgemeinheit im 19. Bande des Journals f. Math. von Crelle (S. 185) behandelt. Sie betrifft das Gleichgewicht von Körpern, die an einem Faden hängen, welcher an die verticale Axe eines sich gleichförmig drehenden Rades befestigt ist. Indem der Faden sich um seine anfänglich verticale Mittellinie zu drehen genöthigt wird, muss auch der daran gebundene Körper anfangen, sich um die den Aufhängepunct mit dem Schwerpunct verbindende Gerade zu drehen. Fiele diese gerade Linie mit einer der durch den Schwerpunct gehenden Hauptaxen zusammen, so wären die Schwungkräfte um diese Axe im Gleichgewichte und mithin bliebe sie vertical. Wenn aber diese gerade Linie, welche wir hier die Axe des Körpers nennen wollen, keine der durch den Schwerpunct gehenden Hauptaxen ist, oder wenn in den Fällen, in welchen diese Axe eine Hauptaxe ist, wie z. B. bei einer hängenden gleichartigen Kugel, der Schwerpunct im Anfange der Bewegung durch eine äussere Kraft ein wenig von der Verticalen abgelenkt wird, so heben sich die Schwungkräfte nicht mehr auf, und der Körper nimmt, wenn der Beharrungstand eingetreten ist, eine Stellung an, in welcher sein Gewicht mit der Wirkung der Schwungkräfte und der Spannung des Fadens im Gleichgewicht ist. Es sei Ox (Fig. 4.) die Drehungsaxe, OA der Faden, AB die Axe, G der Schwerpunct, A der Aufhängepunct des Körpers, so dreht sich im Beharrungstande, wenn der Körper zu beiden Seiten der Ebene OAB symmetrisch vorausgesetzt wird, die Ebene OAB um die Axe Ox, welche von der Axe des Körpers AB in einem unveränderlichen Puncte C geschnitten wird. Man nehme O zum Anfange der Coordinaten, Ox zur Axe der x, die y senkrecht darauf in der Ebene AOB, und senkrecht auf dieser die z. Es sei $\vartheta$ die gegebene Winkelgeschwindigkeit, a die Entfernung AG, GC $= \varepsilon$, $\angle$ ACO $= \alpha$, m die Masse des Körpers, gm $=$ P sein Gewicht, so sind o, $\vartheta^2 y\,dm$, $\vartheta^2 z\,dm$ die Componenten der Schwungkraft im Puncte x, y, z, nach diesen Axen, und mithin sind $X = 0$, $Y = \vartheta^2 \int y\,dm = \varepsilon \sin\alpha\, \vartheta^2 . m$, $Z = \vartheta^2 \int z\,dm = 0$ die Componenten der Mittelkraft aus allen Schwungkräften. Nennt man noch $\omega$ den Querschnitt, $\tau\omega$ die Spannung des Fadens in einem beliebigen Puncte, T den Werth von $\tau$ in A, $\beta$ die Neigung von T gegen die Axe x, so hat man

$$P = T\omega \cos\beta,\quad P\varepsilon \sin\alpha . \vartheta^2 = gT\omega \sin\beta. \qquad 1.$$

Bildet man ferner nach dem Schema $\Sigma\,(Xy - Yx) = 0$ die Relation für das Gleichgewicht der Momente, so ergiebt sich $-\vartheta^2 \int xy\,dm$ als Moment der Schwungkräfte und man erhält folgende Gleichung, in welcher $OC = h$ gesetzt ist:

$$P\varepsilon \sin\alpha + \vartheta^2 \int (h-x)\,y\,dm = (a+\varepsilon)\,T_\omega \sin(\alpha+\beta).$$

Die Momente in den Ebenen yz, xz sind Null, da namentlich wegen der vorausgesetzten Symmetrie das Moment der Schwungkraft in der Ebene xz, nämlich $\vartheta^2 \int xz\,dm$, verschwindet. Um das Integral in vorstehender Gleichung zu entwickeln, nehme man in dem Körper ein zweites System rechtwinklicher Coordinaten an, deren Anfang der Schwerpunct G sei; GA sei die Axe der u, senkrecht auf dieser in der Ebene OAB die v; so ist

$$h - x = (u+\varepsilon)\cos\alpha + v\sin\alpha,\quad y = (u+\varepsilon)\sin\alpha - v\cos\alpha,$$

folglich $(h-x)\,y = [(u+\varepsilon)^2 - v^2]\sin\alpha\cos\alpha - (u+\varepsilon)\,v\cos 2\alpha$.

Da nun der Anfang der u, v im Schwerpuncte des Körpers liegt, so ist $\int u\,dm = 0$, $\int v\,dm = 0$; setzt man noch $\int u^2\,dm = A$, $\int v^2\,dm = B$, $\int uv\,dm = C$, so kommt

$$\int (h-x)\,y\,dm = (\varepsilon^2 m + A - B)\sin\alpha\cos\alpha - C\cos 2\alpha.$$

Setzt man diesen Werth in obige Gleichung, und schafft aus derselben noch mittels der Gleichungen 1. die Grössen $T\sin\beta$, $T\cos\beta$ weg, so kommt, nach gehörigem Aufheben:

$$g\,[(A-B)\sin\alpha\cos\alpha - C\cos 2\alpha]\,\vartheta^2 = (g + \varepsilon\vartheta^2\cos\alpha)\,aP\sin\alpha.\quad 2.$$

Hierzu kommen noch die Gleichungen für den biegsamen Faden, nämlich $d\left(\tau\frac{dx}{ds}\right) + g\varrho ds = 0$, $d\left(\tau\frac{dy}{ds}\right) + \varrho\vartheta^2 y\,ds = 0$, in welchen $\varrho$ die Dichtigkeit des Fadens bedeutet. Aus diesen ergeben sich folgende Integrale, die man auch nach allgemein bekannten Sätzen unmittelbar aufstellen kann, nämlich:

$$\tau\frac{dx}{ds} + g\varrho s = T\cos\beta + g\varrho l \qquad 3.$$

wo $l = OA$ die Länge des Fadens, $s$ einen Bogen desselben von O an ausdrückt. Ferner:

$$\tau + g\varrho x + \tfrac{1}{2}\varrho\vartheta^2 y^2 = K \qquad 4.$$

wo K eine Constante, die auch durch die Coordinaten von A folgendermassen ausgedrückt wird:

$$K = T + g\varrho\,[h - (a+\varepsilon)\cos\alpha] + \tfrac{1}{2}\varrho\vartheta^2 (a+\varepsilon)^2 \sin\alpha^2.$$

Für die Fadencurve erhält man folgende Gleichung aus 3. und 4., nämlich:

$$\frac{ds}{dx} = \frac{K - g\varrho x - \tfrac{1}{2}\varrho\vartheta^2 y^2}{T\cos\beta + g\varrho\,(l-s)}. \qquad 5.$$

Aus dieser Gleichung, verbunden mit $ds^2 = dx^2 + dy^2$, ergeben sich y und s in x ausgedrückt, wobei die Constanten so zu nehmen sind, dass für $x = 0$ auch y und s verschwinden. Setzt man demgemäss $y = fx$, $s = \varphi x$, so folgen noch zwei Gleichungen, indem man für x, y, s ihre auf den Punct A bezüglichen Werthe einsetzt, nämlich

$$(a + \varepsilon) \sin \alpha = f[h - (a + \varepsilon) \cos \alpha] \text{ und } l = \varphi[h - (a + \varepsilon) \cos \alpha]. \quad 6.$$

Die fünf Gleichungen unter 1. 2. und 6. enthalten eben so viele unbekannte Constanten, nämlich $\alpha$, $\varepsilon$, h, $\beta$, T, welche durch sie völlig bestimmt werden. Ihre Werthe in $y = fx$ eingesetzt, geben dann die vollständig bestimmte Fadencurve, deren Differentialgleichung jedoch so verwickelt ist, dass sich eine endliche Gleichung aus ihr nicht allgemein darstellen lässt. Gestattet man sich die Masse des Fadens ganz zu vernachlässigen, so ist $\varrho = 0$ zu setzen und man erhält für die Gestalt desselben eine gerade Linie; nämlich $x = s . \cos \beta$, $y = s . \sin \beta$, ferner $\tau = K = T$; und

$$h - (a + \varepsilon) \cos \alpha = l \cos \beta, \; (a + \varepsilon) \sin \alpha = l \sin \beta. \quad \text{(nach 6.)}$$

Ferner folgt aus 1. durch Elimination von T, $\vartheta^2 . \varepsilon \sin \alpha = g . tg \beta$. Nimmt man noch an, dass die Axe u des Körpers eine Hauptaxe ist, so ist $C = 0$ und man erhält aus 2.

$$g (A - B) \vartheta^2 \cos \alpha = (g + \varepsilon \vartheta^2 \cos \alpha) Pa.$$

Diese vier Gleichungen geben unter den angezeigten Voraussetzungen, und wenn die Werthe von A und B der Gestalt des Körpers gemäss bestimmt sind, die vier Constanten $\alpha$, $\beta$, $\varepsilon$, h.

Das Vorstehende giebt eine Uebersicht der Aufgabe, aus welcher sich die Anwendungen auf einzelne Fälle leicht entnehmen lassen; man findet deren mehrere in der genannten Abhandlung von Pagani. In dieser wird auch die Gestalt untersucht, welche eine am Faden hängende in sich geschlossene Kette annimmt, wenn sie einer gleichförmigen Drehung unterworfen ist und sich im Beharrungstande befindet. Indem sie sich öffnet, erhält ihr grösster Durchmesser etwa die Lage AB der vorigen Figur. Nimmt man C zum Anfang der Coordinaten, CA zur Axe der u, senkrecht darauf in der Ebene OAB die v, und senkrecht auf beiden w, und nennt t die Spannung im Puncte u, v, w, kds ein Element der Masse der Kette, von der Länge ds, wo k eine Constante, so ergeben sich, wenn man die bekannten Grundformeln für den biegsamen Faden auf die hier vorliegenden Kräfte anwendet, folgende Differential-Gleichungen:

$$d\left(t\frac{du}{ds}\right) + \{(u \sin\alpha + v\cos\alpha)\,\vartheta^2 \sin\alpha - g\cos\alpha\}\,kds = 0$$

$$d\left(t\frac{dv}{ds}\right) + \{(u \sin\alpha + v\cos\alpha)\,\vartheta^2 \cos\alpha + g\sin\alpha\}\,kds = 0$$

$$d\left(t\frac{dw}{ds}\right) + w\vartheta^2 kds = 0.$$

Hieraus folgt, indem man diese Gleichungen nach der Reihe mit du, dv, dw multiplicirt, die Producte addirt und sofort integrirt:

$$t + \tfrac{1}{2}\vartheta^2 k\,(u\sin\alpha + v\cos\alpha)^2 + g\,(v\sin\alpha - u\cos\alpha)\,k + \tfrac{1}{2}\vartheta^2 kw^2 = \text{Const.}$$

Bezeichnet man die obigen Gleichungen durch

$$d\left(t\frac{du}{ds}\right) + Ukds = 0,\ d\left(t\frac{dv}{ds}\right) + Vkds = 0,\ d\left(t\frac{dw}{ds}\right) + Wkds = 0$$

wo die Bedeutung der Abkürzungen aus der Vergleichung mit den obigen hervorgeht, wonach z. B. $W = \vartheta^2 w$, u. s. w., so ergeben sich, wenn man die erste mit $\frac{dv}{ds}$, die zweite mit $\frac{du}{ds}$ multiplicirt und das zweite Product vom ersten subtrahirt:

$$t\left(\frac{dv}{ds}\right)^2 d\left(\frac{du}{dv}\right) + k\,(Udv - Vdu) = 0, \text{ und auf ähnliche Weise:}$$

$$t\left(\frac{dw}{ds}\right)^2 d\left(\frac{dv}{dw}\right) + k\,(Vdw - Wdv) = 0$$

$$t\left(\frac{du}{ds}\right)^2 d\left(\frac{dw}{du}\right) + k\,(Wdu - Udw) = 0.$$

Benutzt man den obigen Werth von t, so reichen zwei von diesen Gleichungen zur Bestimmung der gesuchten Curve hin, und jede dritte ist alsdann Folge der beiden andern.

Nimmt man die Winkelgeschwindigkeit $\vartheta$ sehr gross, und vernachlässigt alsdann die Wirkung der Schwere gänzlich, so wird die Kette sehr nahe horizontal liegen, also $\cos\alpha = 0$, $v = 0$ gesetzt werden können. Die Gleichungen für u und w sind dann:

$$d\left(t\frac{du}{ds}\right) + u\vartheta^2 kds = 0,\quad d\left(t\frac{dw}{ds}\right) + w\vartheta^2 kds = 0.$$

Für t hat man $t = C - \frac{1}{2}\vartheta^2 k\,(u^2 + w^2)$, oder wenn $C = \frac{1}{2}\vartheta^2 k.b^2$ gesetzt wird, $t = \frac{1}{2}\vartheta^2 k\,(b^2 - u^2 - w^2)$. Nimmt man nun $u^2 + w^2 = a^2$, also constant an, so wird $t = \frac{1}{2}\vartheta^2 k\,(b^2 - a^2)$, also die Spannung constant, und setzt man $u = a\cos\varphi$, $w = a\sin\varphi$, so wird $ds^2 = du^2 + dw^2 = a^2 d\varphi^2$, $ds = ad\varphi$, $du = -\sin\varphi.ds$, $dw = \cos\varphi.ds$; daher geben die beiden obigen Gleichungen:

$$\tfrac{1}{2}\,(b^2 - a^2)\,d(-\sin\varphi) + a^2\cos\varphi d\varphi = 0,$$

$$\tfrac{1}{2}\,(b^2 - a^2)\,d\cos\varphi + a^2\sin\varphi d\varphi = 0,$$

woraus übereinstimmend folgt: $b^2 = 3a^2$; folglich genügt die Annahme $u^2 + w^2 = a^2$ den Bedingungen des Gleichgewichts, und die Spannung der kreisförmigen Kette findet sich $t = \vartheta^2 k a^2$. Ist l die Länge der Kette, so hat man $l = 2a\pi$; daher $a = \frac{l}{2\pi}$, also die Spannung $t = \frac{\vartheta^2 k l^2}{4\pi^2}$. Nennt man p das Gewicht von der Längeneinheit der Kette, so wird k, d. i. die in der Längeneinheit enthaltene Masse, gleich $\frac{p}{g}$; also die Spannung $t = \frac{\vartheta^2 l^2 p}{4\pi^2 g}$. Ist n die Anzahl der Umdrehungen der Kette in der Zeiteinheit, also $n = \frac{\vartheta}{2\pi}$, $pl = P$ das Gewicht der Kette, so folgt $t = \frac{n^2 P l}{g}$.

---

## 7. Ueber die Anwendung des Satzes der lebendigen Kräfte in der Maschinenlehre.

Nach dem allgemeinen Satz der lebendigen Kräfte ist bekanntlich für irgend ein System von Massen m, m', m'', ..., welche sich zur Zeit t mit den Geschwindigkeiten v, v', ... bewegen, unter der Wirkung der Kräfte P, P', ..., welche mit den Richtungen dieser Geschwindigkeiten die Winkel $\vartheta$, $\vartheta'$, ... einschliessen,

$$\tfrac{1}{2}\Sigma m v^2 - \tfrac{1}{2}\Sigma m v_0^2 = \Sigma\int P \cos\vartheta ds$$

wo ds die Fortrückung des Angriffspunctes von P, während der Zeit dt, mithin $P\cos\vartheta ds$ das Product aus der nach der Richtung von ds wirkenden Componente von P in die Fortrückung ds bedeutet, und die Integration die in der Zeit von $t_0$ bis t Statt findenden Werthe umfasst. In so fern nur von einer beliebig vorgestellten Fortrückung die Rede ist, heisst dieses Product in der Statik das virtuelle Moment der Kraft P; seinem Integral hat Gauss, wenigstens in einem besonderen Falle, den Namen Potential beigelegt; in dem Satze der lebendigen Kräfte aber bezieht sich dieses Product auf die wirkliche Bewegung der Puncte des Systemes, und ist in besonderer Rücksicht auf die Maschinenlehre von französischen Mathematikern, namentlich Poncelet und Coriolis, das Element der Arbeit, sein Integral die Arbeit der Kraft P genannt worden. Jedenfalls ist dieses Product aus Kraft in Fortrückung nach der Richtung der Kraft ein durch die ganze theoretische und practische Mechanik durchgehender Grundbegriff, der an sich zwar nicht neu genannt werden kann, an dessen klare Auffassung und

Hervorhebung sich aber ein grosser Theil der bedeutendsten neueren Leistungen in dieser Wissenschaft knüpft. Die Benennung Arbeit bietet sich übrigens in der Maschinenlehre so natürlich dar, dass sie schon früher von Navier und Prony zufällig, und ohne die Absicht sie als eine technische geltend zu machen, gebraucht worden ist; auch rechtfertigt sie sich, wie Coriolis bemerkt, dadurch, dass zu jeder mechanischen Arbeit nicht allein eine Kraft, sondern auch eine Bewegung des Angriffspunctes erforderlich ist, ohne welche nichts zu Stande kommen kann. Ein blosser Druck gegen einen unverrückbaren Gegenstand ist keine Arbeit. — In so fern die Kraft mit der Richtung der Bewegung des Angriffspunctes einen spitzen Winkel bildet, also wenn $P \cos \vartheta ds$ positiv ist, heisst die Arbeit bewegende, wenn aber $\vartheta$ stumpf ist, widerstehende Arbeit (travail moteur und travail résistant). Bezeichnet man mit $P$ die bewegenden, mit $Q$ die widerstehenden Kräfte, so kann man die Gleichung der lebendigen Kräfte auch so schreiben:

$$\tfrac{1}{2} \Sigma m v^2 - \tfrac{1}{2} \Sigma m v_0^2 = \Sigma \int P \cos \vartheta ds - \Sigma \int Q \cos \vartheta ds$$

wo $\vartheta$ überall spitz gedacht wird; nach dieser Formel ist die Zunahme der lebendigen Kraft des Systems, in der Zeit von $t_0$ bis $t$, (wenn unter lebendiger Kraft die Hälfte der Summe der Producte aus jeder Masse in das Quadrat ihrer Geschwindigkeit verstanden wird,) gleich dem Ueberschuss der bewegenden Arbeit über die widerstehende, während jener Zeit. Dieser Satz, mit den daran sich knüpfenden allgemeinsten Folgerungen, bildet das Principe de la transmission du travail, welches unter diesem Namen zuerst von Poncelet und Coriolis aufgestellt ist und gegenwärtig in der Maschinenlehre allgemein zu Grunde gelegt wird. Die Beschränkungen, unter welche der Satz der lebendigen Kräfte in seiner gewöhnlichen Darstellung gestellt wird, finden bei dieser Auffassung nicht Statt, indem einerseits das Vorkommen der Zeit in den Bedingungsgleichungen des Systemes eine voraus bestimmte Bewegung eines Theils desselben voraussetzt, welche bei jeder wirklichen Anwendung nur durch die vorhandenen Kräfte bedingt sein kann und mithin wegfällt, wenn man diese vollständig berücksichtigt; so wie andererseits die Bedingung der Integrabilität des Ausdruckes auf der rechten Seite der Gleichung, so wichtig sie auch für den Fortgang der Rechnung ist, doch keinen wesentlichen Unterschied in der Natur der Probleme begründet und das Princip der Uebertragung der Arbeit nicht aufhebt. Die nächste Folgerung

welche hier aus diesem Princip zu ziehen ist, betrifft die Bewegung einer Maschine in ihrem Beharrungstande. Ist nämlich der Gang einer Maschine gleichförmig, also ihre lebendige Kraft unveränderlich geworden, so ist nach dem obigen Princip die bewegende Arbeit in jeder beliebigen Zeit der widerstehenden Arbeit während dieser Zeit gleich. Ist der Gang der Maschine nur periodisch gleichförmig, so erlangt die lebendige Kraft nach Ablauf jeder Periode immer wieder denselben Werth, und jene Gleichheit gilt dann zwar nicht für jeden Zeitpunct, aber doch für jede beliebige Anzahl von Perioden der Bewegung. Derjenige Theil der bewegenden Arbeit, welcher zur Erreichung des bei der Maschine beabsichtigten Zweckes verwandt wird, heisst die nutzbare Arbeit oder Nutzeffect; der übrige Theil geht an den Hindernissen der Bewegung verloren.

Die Anwendung dieser Principien muss man aus den der Maschinenlehre gewidmeten Werken kennen lernen, unter welchen ich hier hauptsächlich folgende hervorhebe: Introduction à la mécanique industrielle, physique et experimentale, par J. V. Poncelet. Deuxième Edition. Metz et Paris 1841, und den zweiten Theil des schon oben genannten Resumé de leçons etc. von Navier, welcher umfassende Untersuchungen über die Bewegung der Flüssigkeiten und die Theorie der Maschinen enthält. Coriolis du calcul de l'effet des machines. Paris 1829. Poisson giebt am Schlusse des zweiten Bandes der neuen Ausgabe seiner Mechanik eine Addition relative à l'usage du principe des forces vives dans le calcul des machines en mouvement.

Zur Messung der Arbeit von Maschinen hat man verschiedene Vorrichtungen, unter welchen der Pronysche Zaum am häufigsten gebraucht wird. Ist nämlich A (Fig. 5.) der Querschnitt einer Welle, welche wir uns horizontal vorstellen wollen, so löst man die von der Welle getriebenen Theile der Maschine aus ihrer Verbindung mit jener, und umgiebt dafür die Welle mit einem eisernen Bande oder Zaume DEF, an dessen Enden D und F ein Balken oder Hebel C'C angeschraubt und dadurch sammt dem Bande DEF mehr oder weniger gegen die Welle gepresst wird. An einem Puncte C des Hebels wird nun ein Gewicht P von solcher Grösse angebracht, und zugleich durch Stellung der Schrauben in D und F der Druck des Zaumes auf die Welle so eingerichtet, dass während die Welle A sich mit der Geschwindigkeit dreht,

für welche man die Beobachtung anstellen will, der Hebel C'C fortwährend horizontal stehen bleibt. Die Kraft, welche der Drehung der Welle entgegenwirkt, ist alsdann offenbar die Reibung derselben gegen den Zaum, welche man sich in einem Puncte des Umrings vereinigt denken kann. Bezeichnet man ihre Intensität mit R, den Halbmesser der Welle mit a, den von einem Puncte im Umringe der Welle in einer gegebenen Zeit durchlaufenen Weg mit $a\varphi$, so ist $Qa\varphi$ die widerstehende Arbeit der Reibung, insofern Q constant gedacht wird. Offenbar strebt aber auch die Reibung Q, den Zaum mit dem Hebel um den Mittelpunct der Welle zu drehen; ihr Moment ist $Qa$; bezeichnet man den Abstand des Gewichtes P vom Mittelpunct der Welle, in horizontaler Richtung, also BC, mit b, so ist $Pb$ das jene Drehung verhindernde Moment, mithin $Qa = Pb$, also ist die widerstehende Arbeit $= Pb\varphi$. Dieselbe wird mithin durch Beobachtung des den Hebel festhaltenden Gewichtes P und der Anzahl der Umdrehungen der Welle, in einer bestimmten Zeit, gefunden. In so fern aber die Welle sich gleichförmig dreht, oder wenigstens am Anfange und Ende der Beobachtung einerlei Geschwindigkeit hat, ist ihre bewegende Arbeit der widerstehenden gleich, und wird mithin durch $Pb\varphi$ ausgedrückt.

Um diese Vorrichtung anzuwenden, muss die Wirksamkeit der Maschine unterbrochen werden. Genauere, aber auch nicht so einfache Vorrichtungen sind die verschiedenen Arten des Feder-Dynamometers von Morin, welche sich alle darauf gründen, dass die bewegende Kraft mittels einer an der Welle der Maschine oder bei Wagen am Angriffspuncte des Zuges angebrachten elastischen Feder wirkt, durch deren Biegung sich die Intensität jener zu erkennen giebt. Dieses würde an sich während des Ganges der Maschine ohne Nutzen sein; allein durch einen passend angebrachten Stift zeichnet die Stahlfeder ihre jedesmalige Biegung auf ein Papier, welches sich unter dem Stifte mit einer der Geschwindigkeit der Maschine in jedem Augenblicke proportionalen Geschwindigkeit fortbewegt; aus dieser Zeichnung kann man dann die während der Zeit der Beobachtung gelieferte Arbeit entnehmen. Diese und noch andere Vorrichtungen zu demselben Zweck sind von Poncelet angegeben worden. Die Beschreibung einer Vorrichtung dieser Art findet man in den Expériences sur le frottement etc. par A. Morin, und in einer Abhandlung über die Reibung, von A. Brix, welche eine kritische Darstellung der bisher über die Rei-

bung angestellten Versuche, namentlich auch der von Morin enthält und in den Verhandlungen des Vereins für Gewerbfleiss in Preussen vom Jahre 1837 gedruckt ist. Hauptsächlich aber ist wegen Beschreibung dieser Dynamometer auf eine Schrift unter folgendem Titel zu verweisen: Description des appareils chronométriqnes à style, propres à la réprésentation graphique et à la détermination des lois du mouvement, es des appareils dynamométriques propres à mesurer l'effort ou le travail dévéloppé par les moteur animés ou inanimés et par les organes de la transmission du mouvement dans les machines, par Arthur Morin, Capitaine d'Artillerie, etc. Metz, S. Lamort. 1838. 51 Seiten. 8.

Um einige Anschauung von der Sache zu geben, will ich die zur Messung der Zugkräfte an Wagen bestimmte Vorrichtung andeutend beschreiben. Dieselbe besteht aus zwei an den Enden zusammengeboltzten Stahlblättern, ACB, ADB, (Fig. 6.) von denen das vordere in der Mitte D vom Zugseile ergriffen wird, während das hintere in seiner Mitte C an den Wagen befestigt ist. Durch die Zugkraft werden die Stahlblätter so gebogen, dass die Zunahme der anfänglichen Entfernung CD in jedem Augenblicke dieser Kraft proportional ist und mithin das Maass derselben abgiebt. In D befindet sich ein verticaler Stift, an dem ein Pinsel angebracht ist, welcher auf ein unter ADBC angebrachtes Papier den Endpunct des Abstandes CD mit Tusche aufträgt. Dieses Papier geht über zwei an den Seiten A und B angebrachte Rollen, indem es sich von der einen auf die andere abwickelt. Die Rollen werden entweder durch ein Uhrwerk in gleichförmige Drehung versetzt, oder sie stehen mit den Wagenrädern in Verbindung, wodurch eine der Geschwindigkeit des Wagens proportionale Geschwindigkeit des Papiers erlangt wird. Durch Quadratur der gezeichneten Curve erhält man in dem ersten Falle, wo die auf den Ordinaten P senkrechten Abscissen den Zeiten proportional sind, das Integral $\int P dt$ oder die mittle Kraft, im zweiten Falle, wo die Abscissen dem durchlaufenen Wege s proportionirt sind, das Integral $\int P ds$ oder die gesammte Arbeit der Zugkraft, während der Beobachtung.

Eine weitere von Poncelet angegebene Vorrichtung, die zu mehr in das Grosse gehende Messungen dient, gründet sich auf folgenden Gedanken: der Stift in D und das untergelegte Papier bleiben bei dem vorigen Dynamometer weg. Anstatt ihrer ist in C eine verticale Axe CE aufgestellt, tragend eine horizontale Kreis-

Scheibe RT, welche durch ein umgeschlagenes Riemenseil mit dem Wagenrade verbunden ist und dadurch eine der des letzteren proportionale Drehungsgeschwindigkeit erhält. (Fig. 7. wo C und D dieselben Puncte des Dynamometers wie in Fig. 6. bedeuten; die Stahlfedern ACB, ADB sind also senkrecht auf der Ebene der Tafel vorzustellen.) Der Axe CE gegenüber ist in D eine ebenfalls verticale Axe DF aufgestellt, welche sich in einiger Höhe über der Fläche des Rades RT, rechtwinklich gebogen, in eine horizontale Axe FG fortsetzt; an dieser ist ein verticales Rad LH drehbar befestigt, dessen tiefster Punct H die Fläche von RT berührt. Sobald die Zugkraft P Null ist, liegt der Punct H gerade im Mittelpuncte E von RT; wenn aber der Punct D durch die Zugkraft von C mehr entfernt wird, rückt auch das Rad LH um eben so viel vor, und wird durch die Drehung des Rades RT mittelst der Reibung in solche Drehung gesetzt, dass seine Umfangsgeschwindigkeit der Geschwindigkeit des jedesmal von ihm berührten Punctes H der Scheibe RT gleich ist, also gleich rw, wenn EH = r und w die Winkelgeschwindigkeit der Scheibe RT. Da r offenbar der Verlängerung des anfänglichen Werthes von CD gleich, also der Zugkraft P proportional ist, so ist schliesslich die Winkelgeschwindigkeit des Rades LH in jedem Augenblicke dem Product aus der Zugkraft P in die Geschwindigkeit v des Wagens proportional. Wenn nun das Rad LH in einer gewissen Zeit n Umdrehungen gemacht hat, so ist der von einem Puncte seines Umringes durchlaufene Weg dem Integral $\int Pvdt = \int Pds$ proportional und dieses wird mithin aus jenem bekannt. Durch ein an LH angebrachtes Räderwerk mit Zeiger erfährt man die Anzahl der geschehenen Umdrehungen des Rades LH.

---

## 8. Theorie der Dampfmaschinen nach v. Pambour.

Die ältere Theorie rotirender Dampfmaschinen, welche man z. B. aus Taffé Application des principes de mécanique aux machines les plus en usage, Paris 1837, kennen lernen kann, beruht in der Hauptsache auf folgender Betrachtung:

Bezeichnet P die Spannung des Dampfes im Kessel, a den Querschnitt des Cylinders einer Dampfmaschine, l den Kolbenlauf, n die Anzahl der in der Secunde vollführten Kolbenhübe, so ist

nl der Weg, welchen der Kolben unter dem Drucke aP in der Secunde durchläuft, mithin aPnl die bewegende Arbeit des Dampfes auf den Kolben, in der Secunde. Bezeichnet noch p den Gegendruck der Luft auf den Kolben, wenn keine Condensation angewandt ist, oder, wenn solche Statt findet, den aus ihrer Unvollständigkeit entstehenden Widerstand, so liefert dieser die widerstehende Arbeit apnl, und mithin bleibt a(P—p)nl als theoretischer Effect übrig. Wegen der Reibung ist der practische Effect nur etwa die Hälfte des vorigen, oder ein anderer Bruchtheil, welchen man aus Beobachtung zu bestimmen suchte.

Bei dieser Berechnung wird die Spannung im Kessel als gegeben vorausgesetzt, und der Druck des Dampfes auf den Kolben im Cylinder ihr sofort gleich angenommen. Inzwischen hatte schon Watt durch Beobachtungen mit seinem Indicator bei rotirenden Dampfmaschinen häufig eine Verminderung des Druckes im Cylinder gegen den im Kessel bemerkt; bezeichnet man diesen kleineren Druck im Cylinder mit P', so ist offenbar a(P'—p)nl der wahre theoretische Effect, für welchen die ältere Theorie nur darum a(P—p)nl setzt, weil sie den Werth von P' nicht auf wissenschaftlichem Wege bestimmt hatte. Pambour, dessen Arbeiten zuerst über diesen Gegenstand Licht verbreitet haben, beweist, dass der Druck auf den Kolben nicht durch die Spannung bedingt wird, unter welcher die Dämpfe sich im Kessel entwickeln, sondern lediglich durch den aus der Belastung der Maschine und den Hindernissen der Bewegung entspringenden Widerstand. Indem im Kessel, bei gleichbleibender Wirkung des Feuers, in jeder Secunde immer dieselbe Wassermenge in Dampf verwandelt wird, muss offenbar, so lange die Sicherheits-Ventile geschlossen bleiben und kein Dampf verloren geht, eine der erzeugten gleiche Dampfmenge in jeder Secunde durch das Leitrohr nach dem Cylinder geführt und verbraucht werden. Hieraus folgt, dass die Spannung, welche die Dämpfe im Kessel annehmen, hauptsächlich von der Weite des Leitrohres oder von der Oeffnung des Regulators bedingt wird. Wird nämlich durch den Regulator der Querschnitt des Leitrohrs verengt, so muss dennoch, wenn nach augenblicklicher Unterbrechung der neue Beharrungstand eintritt, immer dasselbe Gewicht von Dampf in der Secunde durch den verengten Querschnitt gepresst werden; die Dämpfe im Kessel müssen daher sich höher spannen und mithin auch verdichten. Geht jedoch diese Zunahme

der Spannung so weit, dass die Sicherheits-Ventile sich öffi
entweicht durch diese ein Theil des Dampfes, und die Me
in den Cylinder gelangenden Dampfes ist alsdann kleiner
des erzeugten. In der früheren Theorie hat man dem Re
einen wesentlichen Einfluss auf die Spannung im Cylinde
schrieben, ohne jedoch denselben bei Aufstellung der Forı
Rechnung zu bringen. Allein der in den Cylinder gelangende
nimmt nothwendig, wenn die Maschine in gleichförmigem
ist, wie hier immer vorausgesetzt wird, eine Spannung
niemals grösser als diejenige im Kessel, sonst aber von
und vom Regulator ganz unabhängig ist, und nur durch
den Kolben wirkenden Widerstand bedingt wird, welch
Gleichgewicht halten muss. Der Dampf erlangt daher im C
ein desto grösseres Volumen, je kleiner der Widerstand ist
dem Volumen, welches der in jeder Secunde aus dem K
den Cylinder strömende Dampf in diesem annimmt, hängt
schwindigkeit des Kolbens ab; denn der Inhalt des Cylinde
tiplicirt durch die Anzahl der in jeder Secunde vollführte
benhübe muss jenem Dampfvolumen gleich sein. Aus dies
trachtungen ergiebt sich sofort die Relation zwischen der Ges
digkeit der Maschine und ihrer Belastung, welche in den v
Pambourschen Theorie erschienenen Schriften nicht gefunden
Diese ist in folgenden Schriften enthalten: A practical treat
locomotive engines upon railways, by the Chev. de Pam
London 1836. Deutsch von Crelle im Journal für Bau
Band 10. Théorie de la machine à vapeur, par le Chev. de
bour, Paris 1839.

Um die Theorie in ihrer Allgemeinheit zu entwickeln,
auf die Wirkung der Absperrung des Dampfes im Cylinder
sicht genommen werden. Man pflegt Maschinen, worin diese b
ist, Expansions-Maschinen zu nennen, welche Benennung
nicht passend ist, da sie die Expansion bei anderen Maschine
schliesst und die Annahme gleicher Spannung im Kessel u
Cylinder begünstigt, aus welcher sie wahrscheinlich hervor
gen ist. Mit Beibehaltung der schon oben eingeführten Buch
sei P′ die Spannung im Cylinder vor der Absperrung, also b
unterbrochenem Dampfzufluss; diese betrachtet P. als constant
begnügt sich vielmehr, ihren mittlen Werth in Rechnung zu
gen; es sei l′ der vor der Absperrung durchlaufene Theil de

benlaufes; $\varkappa$ die Spannung nach erfolgter Absperrung, indem der Kolben den Weg $\lambda$ (welcher mithin grösser als $l'$) im Cylinder durchlaufen hat; so ist $P'al' + \int_{l'}^{l} \varkappa a d\lambda$ die bewegende Arbeit des Dampfes während eines Kolbenlaufes. Nennt man noch R den Widerstand auf den Kolben für die Flächeneinheit, so ist $Ral$ die widerstehende Arbeit, welche der bewegenden nach Ablauf jedes Kolbenhubes gleich sein muss, wenn die Bewegung im Beharrungstande ist; folglich erhält man

$$P'l' + \int_{l'}^{l} \varkappa d\lambda = Rl. \qquad 1.$$

Um die angezeigte Integration zu vollziehen, muss $\varkappa$ durch $\lambda$ ausgedrückt werden. Nimmt man an, dass der Dampf, indem er sich ausdehnt, seine Temperatur behält, und mithin die Spannung der Ausdehnung umgekehrt proportional bleibt, so muss er von aussen die nöthige Wärme aufnehmen, wozu sein rascher Gang durch den Cylinder nicht Zeit genug gewähren dürfte. Pambour, welcher sich in seiner ersten Schrift mit dieser Annahme begnügt hatte, entscheidet sich in der Théorie de la machine à vapeur dagegen, indem er aufstellt, dass der Dampf bei seinen Ausdehnungen in der Maschine sich jederzeit mit Rücksicht auf seine Temperatur im Zustande der grössten Dichtigkeit befinde. Hiernach nimmt derselbe keine Wärme von aussen an, sondern die Summe seiner freien und gebundenen Wärme bleibt immer dieselbe. Dies wurde durch zahlreiche Versuche bestätigt, in welchen die Spannung und Temperatur im Kessel mit der Spannung und Temperatur des in die Luft ausströmenden Dampfes verglichen wurde. Blieb die Temperatur des Dampfes auf dem Wege durch die Maschine unverändert, so musste die Temperatur des ausströmenden Dampfes der Temperatur im Kessel gleich kommen; dies war aber nicht der Fall, sondern die Temperatur beim Ausströmen entsprach jedesmal der dabei vorhandenen Spannung, nach dem für den Zustand grösster Dichtigkeit geltenden Gesetze. Da dieses Gesetz nicht einfach ist, so bedient sich Pambour einer angenäherten Formel, nämlich

$$\frac{1}{\mu} = n + qp \qquad 2.$$

in welcher $\frac{1}{\mu}$ die Dichte des Dampfes, die des Wassers $= 1$ gesetzt, also $\mu$ das relative Volumen des Dampfes gegen Wasser,

und p die Spannung vorstellt; n und q sind constante Coefficienten. Pambour setzt:

$$\frac{1}{\mu} = \frac{0{,}4227 + 0{,}00258 \cdot p}{10000} \text{ für niederen Druck bis zu 2 Atm.}$$

$$\frac{1}{\mu} = \frac{1{,}421 + 0{,}0023 \cdot p}{10000} \text{ für höheren Druck bis zu 8 Atm.}$$

p ist der Druck in Pfunden auf den Quadratfuss, nach englisch Maasse und Gewicht.

Um diese Formeln anzuwenden, ist noch zu bemerken, d sich an jedem Ende des Cylinders ein Raum befindet, in welch der Kolben nicht eindringt, um nicht auf den Boden des Cylind zu stossen, und welcher sich bei jedem Kolbenhube abwechsel mit Dampf füllt. Es sei c die Länge dieses Raumes, so ist a (l' + das Volumen des im Cylinder enthaltenen Dampfes, im Augenbli der Absperrung, wobei die Spannung P'; ferner a (λ + c) das V lumen desselben Dampfes für die Spannung x, nach der Absperru Da beide Volumina aus derselben Wassermenge gebildet sind, so v halten sie sich wie die relativen Volumina, d. h. wie die zu P' und gehörigen Werthe von μ; daher nach obiger das Gesetz der fo dauernden grössten Dichtigkeit angenähert ausdrückenden Formel

$$(l' + c)\,(n + qP') = (\lambda + c)\,(n + qx)$$

oder wenn zur Abkürzung $n = q\gamma$ gesetzt wird, $(l' + c)\,(\gamma + P') = (\lambda + c)\,(\gamma + x)$; mithin

$$x = \frac{(\gamma + P')\,(l' + c)}{\lambda + c} - \gamma. \qquad 3.$$

Vollzieht man hiernach die Integration nach λ in 1., und führt folgende Abkürzung ein:

$$\frac{l'}{l' + c} + \log \frac{l + c}{l' + c} = k \qquad 4.$$

so kommt:

$$k\,(\gamma + P')\,(l' + c) - \gamma l = Rl. \qquad 5.$$

Diese Formel bestimmt den Druck P' auf den Kolben, vor de Absperrung, wenn der Widerstand R auf die Flächeneinheit de Kolbens gegeben ist. Für Maschinen ohne Absperrung wird l' = l mithin $k = \frac{l}{l + c}$, und daher $P' = R$.

Das relative Volumen des Dampfes für die Spannung P' is $\mu = \frac{1}{n + qP'} = \frac{1}{q\,(\gamma + P')}$; werden mithin im Kessel in jede Secunde σ Cubikzoll Wasser in Dampf verwandelt, so ist $\frac{\sigma}{q\,(\gamma + P')}$

ihr Volumen unter der Spannung P'. Dieses Volumen füllt, wenn n die Anzahl der Kolbenhübe in der Secunde ist, in dieser Zeit nmal den Raum a (l' + c); folglich ist $a(l'+c)n = \frac{\sigma}{q(\gamma+P')}$. Nennt man v die (durchschnittliche) Geschwindigkeit des Kolbens, so ist v = nl; mithin

$$v = \frac{\sigma l}{aq(l'+c)(\gamma+P')} \qquad 6.$$

Verbindet man die Gleichungen 5. und 6. um P' wegzuschaffen, so erhält man die Relation zwischen Belastung und Geschwindigkeit, nämlich

$$aq(\gamma+R)v = k\sigma \qquad 7.$$

oder

$$aq(\gamma+R)v = \left(\frac{l'}{l'+c} + \log\frac{l+c}{l'+c}\right)\sigma.$$

Für Maschinen ohne Absperrung wird: $aq(l+c)(\gamma+R)v = \sigma l$.

Der Widerstand R besteht hauptsächlich aus 3 Theilen; nämlich aus dem Widerstande r, den die Last ihrer eigenen Bewegung entgegensetzt; zweitens aus dem Widerstande der Maschine, welcher zusammengesetzt ist aus der Reibung f der unbelasteten Maschine und aus der Zunahme dieser Reibung, welche von der Belastung herkommt, und von Pambour gleich δr gesetzt wird, so dass δ die Zunahme der Reibung der Maschine ist, welche eintritt, wenn die Reibung r der Last um eine Einheit zunimmt; drittens aus dem Gegendruck p der Luft oder des im Condensator übrig bleibenden Gemenges von Luft und Dampf. Demnach ist

$$R = r + \delta r + f + p. \qquad 8.$$

Der nutzbare Theil der bewegenden Arbeit oder der Nutzeffect ist E = avr, also

$$E = \frac{\sigma k - aq(\gamma+f+p)v}{q(1+\delta)} = \frac{\sigma}{q(1+\delta)}\left\{k - \frac{(\gamma+f+p)l}{(\gamma+P')(l'+c)}\right\}. \qquad 9.$$

Hiernach wird E am grössten, wenn v am kleinsten oder P' am grössten wird. Nennt man P die grösste Spannung, welche die Ventile im Kessel zulassen, ohne sich zu öffnen, so ist die kleinste Geschwindigkeit, nach 6.,

$$v' = \frac{\sigma l}{aq(l'+c)(\gamma+P)}. \qquad 10.$$

Der hiermit verbundene grösste Nutzeffect ergiebt sich aus 9.

$$E' = \frac{\sigma}{q(1+\delta)}\left\{k - \frac{(\gamma+f+p)l}{(l'+c)(\gamma+P)}\right\}. \qquad 11.$$

Da das Verhältniss der Absperrung, nämlich $\frac{l'}{l}$, willkürlich ist, so

kann man durch die Wahl von l' den Werth von E' zu einem Maximum steigern. Man findet, mit Rücksicht auf 4.,

$$l' = \frac{(\gamma + f + p)\, l}{\gamma + P} = hl \qquad 12.$$

für die vortheilhafteste Art der Absperrung, durch welche der Werth von E' erhöhet wird auf

$$E'' = \frac{\sigma}{q\,(1 + \delta)} \log \frac{l + c}{hl + c}. \qquad 13.$$

Der Nutzeffect einer Maschine von gegebener Construction, für welche also l, l', c, f, p sämmtlich gegeben sind, hängt nach 8. von der Menge $\sigma$ des in jeder Secunde verdampften Wassers und von dem Drucke P' auf den Kolben ab, und wächst wenn beide, so weit es angeht, gesteigert werden.

Die Gleichung 12. drückt Pambour mit Rücksicht auf 2. so aus: Für das vortheilhafteste Verhältniss der Absperrung ist l':l wie das Volumen des Dampfes von der Spannung P zu dem Volumen für die Spannung f + p. Jedoch ist auch dieses Verhältniss nur angenähert richtig. Rechnet man genau, ohne die angenäherte Formel 2. zu Grunde zu legen, so findet sich Folgendes: Es sei P der Druck des Dampfes im Cylinder, vor der Absperrung, $\mu$ das dazu gehörige relative Volumen, und allgemein, anstatt 2. $P = F(\mu)$, wo F eine Function anzeigt; so ist $\varkappa = F\left(\mu . \frac{\lambda + c}{l' + c}\right)$.

Ferner hat man die Gleichungen: $Rl = Pl' + \int_{l'}^{l} \varkappa d\lambda$. $v = \frac{\sigma \mu l}{a(l' + c)}$. $R = r + p + f$. $E = avr = \frac{\sigma \mu l r}{l' + c}$. Hieraus folgt:

$$\frac{dE}{dl'} = \frac{\sigma \mu}{(l' + c)^2} H, \text{ wo } H = (l' + c)\, l \frac{dr}{dl'} - lr.$$

Um H zu finden, ist $\frac{dr}{dl'}$ zu entwickeln aus

$$rl = Pl' + \int_{l'}^{l} \varkappa d\lambda - (p + f)\, l, \text{ wo } \varkappa = F\left(\mu . \frac{\lambda + c}{l' + c}\right), P = F(\mu).$$

Hieraus folgt zuerst: $l \frac{dr}{dl'} = \int_{l'}^{l} \frac{d\varkappa}{dl'} d\lambda$. Es sei $\mu . \frac{\lambda + c}{l' + c} = u$, so ist

$$\varkappa = F(u), \frac{d\varkappa}{dl'} = \frac{d\varkappa}{du} \cdot \frac{du}{dl'} = - F'(u) . \frac{\mu(\lambda + c)}{(l' + c)^2} = - \frac{uF'u}{l' + c};$$

$$\text{daher } l \frac{dr}{dl'} = - \int_{l'}^{l} u . F'u . \frac{d\lambda}{l' + c} \text{ oder } \mu l \frac{dr}{dl'} = - \int_{\mu}^{\mu \frac{l + c}{l' + c}} u F'u\, du.$$

Dies giebt, da allgemein

$$-\int u F' u\, du = \int F u\,.\,du - u F u,\quad \mu l \frac{dr}{dl'} = \int_{\mu}^{\mu\left(\frac{l+c}{l'+c}\right)} F u\,.\,du - \mu\left(\frac{l+c}{l'+c}\right) F\left(\mu \frac{l+c}{l'+c}\right) + \mu F(\mu).$$

ier ist $F(\mu) = P$ die Spannung vor der Absperrung, $F\left(\mu.\frac{l+c}{l'+c}\right) =$ $_{1}$ die Spannung am Ende des Kolbenlaufes; führt man ferne 'ieder $F(u) = x$, $u = \mu \frac{\lambda + c}{l'+c}$ ein, so folgt:

$$l\frac{dr}{dl'} = \frac{1}{l'+c}\int_{l'}^{l} x\, d\lambda - \frac{l+c}{l'+c} P_1 + P$$

nd hieraus $H = (f + p) l + Pc - (l + c) P_1$.

Für das Maximum von E ist $\frac{dE}{dl'} = 0$, also $H = 0$; daher ist lgemein $l'$ zu finden aus der Gleichung:

$$(l + c)\, F\left(\mu \frac{l+c}{l'+c}\right) = (f + p)\, l + cF(\mu).$$

ach der obigen angenäherten Formel ist $F(\mu) = \frac{1}{q\mu} - \gamma$, wor-ıs sich wieder die Gleichung 12. ergiebt.

Die in dem Werthe von R (Gl. 8.) vorkommenden Constan-n müssen in jedem Falle durch Beobachtung bestimmt werden, 'ozu Pambour Anweisung giebt. Als numerisches Beispiel führe h folgende Formel für eine Hochdruckmaschine ohne Absperrung ı; für solche ist $l' = l$, also $k = \frac{l}{l+c}$ nach 4. Der freie Raum ist $= \frac{1}{20} l$; daher $k = \frac{21}{20}$. Da keine Condensation Statt findet, ı ist p der Druck der Luft, also $p = 14{,}71 \times 144$ ℔ engl. auf der Quadratfuss; ferner ist $n = 0{,}0001422 = q\gamma$, $q = 0{,}00000023$, wie schon oben angegeben. Die Relation 7. zwischen Belastung und Geschwindigkeit wird hiernach folgende:

$$av = \frac{10000\,.\,\sigma}{6{,}6075 + 0{,}002415\,(r + \delta r + f)}.$$

ist die Geschwindigkeit des Kolbens in engl. Fussen für die Minute; a die Kolbenfläche; $\sigma$ die Anzahl der in der Minute verdampften Cubikfuss Wasser. r ist der Druck der Last auf die Flächeneinheit des Kolbens. Der Coefficient $\delta$ ist etwa $= \frac{1}{7}$, und $f = 14$ ℔ auf den Quadratfuss; doch müssen diese Grössen in jedem Falle besonders ausgemittelt werden, indem man die Maschine un-

ter verschiedenen Belastungen beobachtet. Bezeichnet P die grösste zulässige Dampfspannung im Kessel, so ist R höchstens $= P$; also ist $r = \frac{P - f - 2118}{1 + \delta}$ der Grenzwerth, bis zu welchem der Widerstand der Belastung gesteigert werden darf.

Die vorstehende Theorie ist überhaupt auf Maschinen doppelter Wirkung, sowohl stehende als fortgehende, anwendbar; genauere Angaben über die Ermittelung der bei jeder Art vorkommenden Widerstände, muss man in den genannten Schriften, namentlich was die Reibung auf Eisenbahnen und in Dampfwagen betrifft, im 3ten und 4ten Capitel des Pambourschen Werkes über Dampfwagen nachsehen. Die Reibung der Bahnwagen schlägt Pambour durchschnittlich auf $\frac{1}{167}$, an, die der unbelasteten Dampfwagen auf $\frac{1}{160}$ ihres Gewichtes.

Bei den Maschinen einfacher Wirkung drückt der Dampf nur von der oberen Seite auf den Kolben, um die Last und ein angehängtes Gegengewicht zu haben; der Rückgang des Kolbens geschieht unbelastet durch die Wirkung dieses Gewichtes, und ist blos bestimmt die Maschine zu einem neuen Hube in Stand zu setzen. Dieser wird bewirkt, indem die Verbindung zwischen dem Kessel und dem oberen Theile des Cylinders einerseits und zwischen dem Condensator und dem unteren Theile des Cylinders andererseits sich öffnet, mithin der Dampf aus dem Kessel von oben auf den Kolben drückt, während der unter dem Kolben vom vorigen Hube übrig gebliebene Dampf niedergeschlagen wird. Nachdem der sinkende Kolben einen Theil seines Laufes vollbracht, wird der Cylinder gegen den Kessel abgesperrt, der Kolben aber von dem eingeschlossenen Dampfe weiter getrieben. Wenn er dem Ende seines Laufes nahe ist, so öffnet ein Ventil, genannt Gleichgewichts-Ventil, dem oberen Dampfe Zutritt in den Raum unter dem Kolben des Cylinders, und der Kolben, von beiden Seiten gleichmässig mit Dampf umgeben, also von keiner Kraft mehr getrieben, wird von den Widerständen bald zum Stehen gebracht, hierauf aber, der Last entledigt, durch das beim Niedergange gehobene Gegengewicht, z. B. durch das Gewicht der Pumpenstangen, wieder gehoben. Kurz vor dem Ende des steigenden Laufes schliesst sich das Gleichgewichts-Ventil; der Dampf, bisher über und unter dem Kolben gleichmässig verbreitet, dehnt sich nun unter dem Kolben aus, während der über diesem befindliche zusam-

mengedrückt und unter diesen Umständen der Kolbenlauf allmälig gehemmt wird.

Bei sinkendem Kolbenlaufe muss die Absperrung, bei steigendem der Augenblick des Schlusses des Gleichgewicht-Ventiles nach Maassgabe der Last so geregelt werden, dass der Kolben am Ende des Laufes jedesmal mit unmerklicher Geschwindigkeit anlangt, um keinen Stoss auszuüben. Dies geschieht bei dem Gebrauche dieser Maschinen durch Versuche; die von P. hierüber gegebene theoretische Berechnung ist folgende:

Für den Niedergang des Kolbens findet die oben entwickelte Gleichung 5. Statt, in welcher alle Buchstaben ihre frühere Bedeutung haben. Der Druck P' auf den Kolben, vor der Absperrung, ist aber bei diesen Maschinen, welche, ruckweise wirkend, jedesmal wenn der Kolben seinen höchsten Stand erreicht hat, völlig in Ruhe sind, der Spannung im Kessel gleich, also $P' = P$; daher ist

$$k\,(\gamma + P)\,(l' + c) - \gamma l = Rl \qquad \text{a.}$$

die erste Gleichung, wodurch die Gleichheit der bewegenden und der widerstehenden Arbeit für den Niedergang des Kolbens ausgedrückt wird. Der Werth von R ist

$$R = r + \delta r + p + f' + \Pi$$

$\Pi$ ist das Gegengewicht und p die Spannung im Condensator, f' die Reibung der unbelasteten Maschine, r der Widerstand der Last, $\delta$ die Zunahme der Reibung der Maschine für jede Einheit von r; alle diese Kräfte auf die Kolbenfläche und auf die Flächeneinheit zurückgeführt, wie bisher.

Bei steigendem Kolbenhub ist wieder die bewegende Arbeit der widerstehenden gleich. Jene ist $\Pi a l$; diese besteht erstens aus der Reibung der unbelasteten Maschine, die mit f'' bezeichnet werde, indem sie wegen einiger Verschiedenheit der Umstände der vorigen f' nicht gleich ist; zweitens aus dem Widerstande des Dampfes, nachdem das Gleichgewichts-Ventil geschlossen ist. Es sei l'' der im Augenblicke dieses Schlusses durchlaufene Theil des Kolbenhubes. Der in diesem Augenblicke den ganzen Cylinder gleichmässig füllende Dampf hat die Spannung

$$x = (\gamma + P)\,\frac{l' + c}{l + 2c} - \gamma$$

da er sich von dem anfänglichen Volumen a (l' + c) bis zu dem Volumen des Cylinders a (l + 2c) ausgedehnt hat. Hat der Kol-

ben, weiter gehend, den Theil $\lambda$ seines Laufes zurückgelegt, und bezeichnet man die Spannung unter ihm durch $x'$, über ihm durch $x''$, so ist:

$$x' = (y + x)\frac{l'' + c}{\lambda + c} - y,\quad x'' = (y + x)\frac{l - l'' + c}{l - \lambda + c} - y$$

und der Widerstand des Dampfes auf den Kolben ist $a(x'' - x')$. Die gesammte widerstehende Arbeit ist hiernach

$$f''al + a\int_{l''}^{l}(x'' - x')\,d\lambda = \Pi al.$$

Vollzieht man die Integration, und setzt:

$$\frac{l - l'' + c}{l}\log\frac{l - l'' + c}{c} - \frac{l'' + c}{l}\log\frac{l + c}{l'' + c} = k' \text{ so kommt:}$$

$$k'(y + P)\frac{l + 2c}{l' + c} + f'' = \Pi. \qquad \text{b.}$$

Die dritte Gleichung giebt die Geschwindigkeit der Maschine. Es sei $\nu$ die Anzahl der in der Zeiteinheit vollführten Doppelhübe, bei deren jedem das Volumen $a(l'' + c)$ voll Dampf von der Spannung $x$ aus dem Cylinder in den Condensator übergeht, nämlich das Volumen des nach geschlossenem Gleichgewichts-Ventile unter dem Kolben befindlichen Dampfes; es sei $\sigma$ das Volumen des in der Zeiteinheit verdampften Wassers, mithin $\frac{\sigma}{q(y + x)}$ das des daraus gebildeten Dampfes von der Spannung $x$, so ergiebt sich aus der Gleichheit zwischen dem entwickelten und dem verbrauchten Dampfe: $\nu . a(l'' + c) = \frac{\sigma}{q(y + x)}$, oder für $x$ seinen Werth gesetzt:

$$\nu = \frac{\sigma}{aq(y + P)} \cdot \frac{l + 2c}{(l' + c)(l'' + c)}. \qquad \text{c.}$$

Bei gegebener Belastung dienen die Gleichungen a. und b. um zuerst $l'$ und $l''$ so zu bestimmen, dass der Kolben jedesmal mit der Geschwindigkeit Null am Ende des Hubes anlangt, und mithin jeder Stoss vermieden werde. Die zu dieser Belastung gehörige Anzahl der Kolbenhübe findet sich sodann aus c. Um die Relation zwischen r und $\nu$ unmittelbar zu erhalten, müsste man $l'$ und $l''$ aus diesen 3 Gleichungen eliminiren, was nicht algebraisch ausführbar ist. Weitere Betrachtungen über den Nutzeffect und dessen grössten Werth muss man in der angeführten Schrift nachsehen.

Eine Darstellung der Pambourschen Theorie und Anwendung auf verschiedene Maschinen findet man in folgender Schrift: Sammlung von Zeichnungen einiger ausgeführten Dampfkessel und

Dampfmaschinen, nebst Beschreibung derselben, und Berechnung der Dampfmaschinen nach der Pambourschen Theorie. Auf Veranlassung der Königl. techn. Deputation für Gewerbe bearbeitet von W. Nottebohm. Berlin bei Petsch 1841.

Eine Abhandlung von A. L. Crelle, über die Ausführbarkeit von Eisenbahnen in bergigen Gegenden, im Journal für Baukunst, Band 13, stützt sich ebenfalls auf diese Theorie. Man hat bisher, wenn steile Strecken auf Eisenbahnen nicht vermieden werden konnten, bei ihrer Ersteigung entweder stehende Maschinen angebracht oder die Last vermindert. Es giebt aber noch ein drittes Mittel, bestehend in einem an der Maschine anzubringenden sehr einfachen Räderwerk oder Vorgelege, durch welches bei Erklimmung des Abhanges die Geschwindigkeit vermindert, dagegen die Zugkraft, bei voller Dampfspannung im Cylinder, so weit gesteigert werden könnte, als das Eingreifen der Räder in die Schienen erlaubt. Maschinen dieser Einrichtung werden mit der vollen Last, die sie auf wagerechter Bahn mit grosser Geschwindigkeit fortziehen, eine steigende Bahnstrecke langsam erklimmen. Nähere Angaben sind in der Abhandlung nachzusehen.

November 1841.

---

S. 34. Z. 7. v. u. l.: $\frac{a^2}{\alpha^2} + \frac{b^2}{\beta^2} + \frac{c^2}{\gamma^2} < 1$.

# Vierzehnter Abschnitt.

## Allgemeine Gesetze der Wellenbewegung.

Von

O. J. Broch

zu Christiania.

Die allgemeinen Gesetze der unendlich kleinen Bewegungen eines oder zweier Systeme von Molekülen sind in den letzten zwei Jahren durch die Bemühungen der französischen Gelehrten P. H. Blanchet und besonders A. L. Cauchy zu einer Vollkommenheit gelangt, die es möglich macht, diese wichtige und erste Hauptabtheilung der mathematischen Theorie der unendlich kleinen Schwingungen als ein abgeschlossenes Ganzes zu behandeln. Die Abhandlungen dieser beiden Gelehrten sind ausserdem in Zeitschriften dermaassen zerstreut, dass ein geordneter und vollständiger Auszug derselben den Physico-Mathematikern unentbehrlich wird. Der Verfasser dieses Auszugs hat es sich angelegen sein lassen, die Schwierigkeiten, so weit der Raum, welcher diesem Theil der Physik hier gewidmet werden kann, es gestattet, zu beseitigen, so dass er selbst denen, die hiermit das Studium der mathemathischen Theorie des Lichts anfangen wollen, verständlich werden kann. —

In den Noten findet man überall die benutzten Abhandlungen citirt, so wie auch zur Erläuterung der schwierigeren Stellen auf die Werke Cauchy's und Anderer verwiesen ist. —

### §. 1. Gleichungen des Gleichgewichts und der Bewegung eines Systems von Molekülen*).

Betrachten wir ein System von Molekülen, die durch gegenseitige Anziehungs- und Abstossungskräfte in Gleichgewicht oder

*) Cauchy Ex. d'An et de Ph. Math. Tome I. p. 1—3.

Bewegung erhalten werden. Es seien im ersten Moment und im Zustande des Gleichgewichts:

$x$, $y$, $z$ die Coordinaten der Moleküle $m$,

$x+\mathfrak{x}$, $y+\mathfrak{y}$, $z+\mathfrak{z}$ die Coordinaten einer andern Moleküle $\mathfrak{m}$,

$\mathfrak{r}$ der Radius vector, welcher von der Moleküle $m$ zur Moleküle $\mathfrak{m}$ führt, so hat man:

$$\mathfrak{r}^2 = \mathfrak{x}^2 + \mathfrak{y}^2 + \mathfrak{z}^2$$

und die Cosinus der Winkel, welche der Radius vector $\mathfrak{r}$ mit den positiven Halbaxen der Coordinaten bildet, werden dann:

$$\frac{\mathfrak{x}}{\mathfrak{r}},\ \frac{\mathfrak{y}}{\mathfrak{r}},\ \frac{\mathfrak{z}}{\mathfrak{r}}.$$

Nehmen wir ferner an, dass die gegenseitige Anziehung und Abstossung zweier Molekülen $m$ und $\mathfrak{m}$ proportional mit den Massen $m$ und $\mathfrak{m}$ und mit eine Function des Abstandes $\mathfrak{r}$ sei, und folglich ohne Rücksicht auf die Zeichen durch

$$m\mathfrak{m}\mathfrak{f}(\mathfrak{r})$$

ausgedrückt werden kann, indem $\mathfrak{f}(\mathfrak{r})$ eine positive Grösse bezeichnet, wenn die Molekülen einander anziehen, eine negative, wenn sie einander abstossen.

Es sei jetzt

$$\frac{\mathfrak{f}(\mathfrak{r})}{\mathfrak{r}} = f(\mathfrak{r}) \tag{1}$$

das Potenzial der Kraft $\mathfrak{f}(\mathfrak{r})$, so werden die Projectionen der Kraft $m\mathfrak{m}\mathfrak{f}(\mathfrak{r})$ auf die Coordinataxen ausgedrückt durch:

$$m\mathfrak{m}\mathfrak{x}f(\mathfrak{r}),\ m\mathfrak{m}\mathfrak{y}f(\mathfrak{r}),\ m\mathfrak{m}\mathfrak{z}f(\mathfrak{r})$$

und die Gleichungen des Gleichgewichts der Molekülen werden augenscheinlich:

$$(2)\qquad \begin{aligned} 0 &= S[\mathfrak{m}\mathfrak{x}f(\mathfrak{r})], \\ 0 &= S[\mathfrak{m}\mathfrak{y}f(\mathfrak{r})], \\ 0 &= S[\mathfrak{m}\mathfrak{z}f(\mathfrak{r})], \end{aligned}$$

wo das Zeichen $S$ eine Summe ähnlicher Glieder bezeichnet, die sich auf die verschiedenen Molekülen $\mathfrak{m}$ beziehen. —

Nehmen wir jetzt an, dass die Molekülen in Bewegung gesetzt werden. Es seien nach Verlauf einer Zeit $t$... $\xi$, $\upsilon$, $\zeta$, die Verschiebungen der Moleküle $m$ längs der drei Coordinataxen, und $\xi+\Delta\xi$, $\upsilon+\Delta\upsilon$, $\zeta+\Delta\zeta$ die, welche sich auf die Moleküle $\mathfrak{m}$ beziehen, so werden am Ende der Zeit $t$:

$$x+\xi,\ y+\upsilon,\ z+\zeta$$

die Coordinaten der Moleküle m, und

$$x+\mathrm{x}+\xi+\Delta\xi,\ y+\mathrm{y}+\upsilon+\Delta\upsilon,\ z+\mathrm{z}+\zeta+\Delta\zeta$$

die der Moleküle m sein.

Es sei in demselben Zeitpunkt:

$$\mathrm{r}+\varrho$$

der Abstand der Molekülen m und m. Die Projectionen des Abstandes $\mathrm{r}+\varrho$ auf die drei Coordinataxen werden gleich sein der Differenz zwischen den Coordinaten der Molekülen m und m, also gleich:

$$\mathrm{x}+\Delta\xi,\ \mathrm{y}+\Delta\upsilon,\ \mathrm{z}+\Delta\zeta,$$

und man wird folglich haben:

$$(\mathrm{r}+\varrho)^2 = (\mathrm{x}+\Delta\xi)^2 + (\mathrm{y}+\Delta\upsilon)^2 + (\mathrm{z}+\Delta\zeta)^2.$$

Dies vorausgesetzt, um aus den Gleichungen (2) des Gleichgewichts die der Bewegung herzuleiten, ist es augenscheinlich nur nöthig, in jenen Formeln links vom Gleichheitszeichen statt Null die Differentialen

$$d_t^2\xi,\ d_t^2\upsilon,\ d_t^2\zeta$$

zu substituiren, dann im zweiten Gliede statt des Abstandes r und seiner Projectionen x, y, z, den Abstand $\mathrm{r}+\varrho$ und seine Projectionen $\mathrm{x}+\Delta\xi$, $\mathrm{y}+\Delta\upsilon$, $\mathrm{z}+\Delta\zeta$ hineinzusetzen. Auf diese Weise erhält man die folgenden Gleichungen der Bewegung eines Systems von Molekülen:

(3)

$$\begin{aligned} d_t^2\xi &= S[\mathrm{m}(\mathrm{x}+\Delta\xi)\,f(\mathrm{r}+\varrho)],\\ d_t^2\upsilon &= S[\mathrm{m}(\mathrm{y}+\Delta\upsilon)\,f(\mathrm{r}+\varrho)],\\ d_t^2\zeta &= S[\mathrm{m}(\mathrm{z}+\Delta\zeta)\,f(\mathrm{r}+\varrho)]. \end{aligned}$$

### §. 2. Gleichungen des Gleichgewichtes und der Bewegung zweier Systeme von Molekülen, die sich gegenseitig durchdringen*).

Betrachten wir jetzt zwei Systeme von Molekülen, die in denselben Theile des Raumes coexistiren.

Es seien im ersten Moment und im Zustande des Gleichgewichts:

$x$, $y$, $z$ die Coordinaten einer Molekûle m des ersten Systems oder einer Moleküle m′ des zweiten Systems,

$x+\mathrm{x}$, $y+\mathrm{y}$, $z+\mathrm{z}$ die Coordinaten einer Moleküle m des ersten Systems oder einer Moleküle m′ des zweiten Systems

*) Cauchy Ex. d'An et de Ph. Math. Tome I. pag. 33—37.

und r der Radius vector, welcher von m oder m' zur Moleküle m oder m' gezogen ist, so wird:

$$r^2 = x^2 + y^2 + z^2,$$

und die Cosinus der Winkel, welche dieser Radius vector r mit den Halbaxen der positiven Coordinaten bildet, werden dann gleich:

$$\frac{x}{r}, \frac{y}{r}, \frac{z}{r}$$

sein. Nehmen wir ferner an, dass die gegenseitige anziehende oder abstossende Kraft der zwei Massen m und m oder m' und m', proportional sei mit diesen Massen und mit einer Function des Abstandes, und folglich ausgedrückt werden kann durch

$$m m f(r)$$

für die Molekülen m und m des ersten Systems, durch

$$m m' f_{,}(r)$$

für die Molekülen m und m', unter denen die eine zum ersten, die andere zum zweiten Systeme gehört, und durch

$$m' m' f_{,,}(r)$$

für die Molekülen m' und m' des zweiten Systems. Die Functionen $f(r)$, $f_{,}(r)$, $f_{,,}(r)$ werden dann als positive Grössen angesehen, wenn die Molekülen einander anziehen, als negative, wenn sie einander abstossen. Bildet man jetzt die Potenzialen dieser Kräfte, oder macht man:

(4)

$$\frac{f(r)}{r} = f(r), \quad \frac{f_{,}(r)}{r} = f_{,}(r), \quad \frac{f_{,,}(r)}{r} = f_{,,}(r),$$

so werden die Projectionen dieser drei Kräfte auf die Coordinatenaxen gleich sein, was die Kraft $m m f(r)$ betrifft:

$$m m x f(r), \quad m m y f(r), \quad m m z f(r),$$

was die Kraft $m m' f_{,}(r)$ betrifft:

$$m m' x f_{,}(r), \quad m m' y f_{,}(r), \quad m m' z f_{,}(r),$$

und was die Kraft $m' m' f_{,,}(r)$ betrifft:

$$m' m' x f_{,,}(r), \quad m' m' y f_{,,}(r), \quad m' m' z f_{,,}(r).$$

Die Gleichungen des Gleichgewichts der Moleküle m werden dann sein:

(5)

$$0 = S[m x f(r)] + S[m' x f_{,}(r)],$$
$$0 = S[m y f(r)] + S[m' x f_{,}(r)],$$
$$0 = S[m z f(r)] + S[m' z f_{,}(r)],$$

wo das Zeichen S eine Summe ähnlicher Glieder bezeichnet, die sich auf die verschiedenen Molekülen m des ersten Systems und

auf die verschiedenen Molekülen m′ des zweiten Systems beziehen. Ebenso werden die Gleichungen des Gleichgewichts der Moleküle m′:

(6)

$$0 = S[m'x f_{\prime\prime}(r)] + S[m x f_{\prime}(r)],$$
$$0 = S[m'y f_{\prime\prime}(r)] + S[m y f_{\prime}(r)],$$
$$0 = S[m'z f_{\prime\prime}(r)] + S[m z f_{\prime}(r)],$$

wo das Zeichen S eine Summe ähnlicher Glieder bezeichnet, die sich auf die verschiedenen Molekülen m′ des zweiten und m des ersten Systems beziehen.

Nehmen wir jetzt an, dass die verschiedenen Molekülen m, m, m′, m′.... sich zu bewegen anfangen. Es seien alsdann am Ende des Zeitraums t... $\xi$, $\upsilon$, $\zeta$ die Verschiebungen der Moleküle m und $\xi'$, $\upsilon'$, $\zeta'$ die Verschiebungen der Moleküle m′ parallel den drei Coordinataxen. Es seien ferner $\xi+\Delta\xi$, $\upsilon+\Delta\upsilon$, $\zeta+\Delta\zeta$ und $\xi'+\Delta\xi'$, $\upsilon'+\Delta\upsilon'$, $\zeta'+\Delta\zeta'$ die entsprechenden Verschiebungen der Molekülen m und m′. Die Coordinaten der Moleküle m werden dann am Ende des Zeitraums t sein:

$$x+\xi, \quad y+\upsilon, \quad z+\zeta,$$

die der Moleküle m′:

$$x+\xi', \quad y+\upsilon', \quad z+\zeta',$$

die der Moleküle m:

$$x+\mathrm{x}+\xi+\Delta\xi, \quad y+\mathrm{y}+\upsilon+\Delta\upsilon, \quad z+\mathrm{z}+\zeta+\Delta\zeta,$$

und die der Moleküle m′:

$$x+\mathrm{x}+\xi'+\Delta\xi', \quad y+\mathrm{y}+\upsilon'+\Delta\upsilon', \quad z+\mathrm{z}+\zeta'+\Delta\zeta'.$$

Es sei auch nach Verlauf desselben Zeitraums $r+\varrho$ der Abstand der Molekülen m, m; $r+\varrho_{\prime}$ der Abstand der Molekülen m, m′; $r+{}_{\prime}\varrho$ der Abstand der Moleküle m′, m, und $r+\varrho_{\prime\prime}$ der Abstand der Molekülen m′, m′. Es wird dann:

(7)

$$(r+\varrho)^2 = (\mathrm{x}+\Delta\xi)^2 + (\mathrm{y}+\Delta\upsilon)^2 + (\mathrm{z}+\Delta\zeta)^2,$$
$$(r+\varrho_{\prime})^2 = (\mathrm{x}+\xi'-\xi+\Delta\xi')^2 + (\mathrm{y}+\upsilon'-\upsilon+\Delta\upsilon')^2 + (\mathrm{z}+\zeta'-\zeta+\Delta\zeta')^2,$$
$$(r+{}_{\prime}\varrho)^2 = (\mathrm{x}+\xi-\xi'+\Delta\xi)^2 + (\mathrm{y}+\upsilon-\upsilon'+\Delta\upsilon)^2 + (\mathrm{z}+\zeta-\zeta'+\Delta\zeta)^2,$$
$$(r+\varrho_{\prime\prime})^2 = (\mathrm{x}+\Delta\xi')^2 + (\mathrm{y}+\Delta\upsilon') + (\mathrm{z}+\Delta\zeta')^2.$$

Um jetzt aus den Gleichungen des Gleichgewichts diejenigen der Bewegung herzuleiten, ist es nur nöthig, in jenen Formeln statt der ersten Theile die Differentialen $d_t^2\xi$, $d_t^2\upsilon$, $d_t^2\zeta$ und $d_t^2\xi'$, $d_t^2\upsilon'$, $d_t^2\zeta'$ zu substituiren und in die zweiten Theile statt des Abstandes r und seiner Projectionen x, y, z in die ersten Glieder der Gleichungen (5) $r+\varrho$ und seine Projectionen, in die zweiten

Glieder derselben Gleichungen $r+\varrho$, und seine Projectionen, in die ersten Glieder der Gleichungen $r+\varrho_{,,}$ und seine Projectionen, und endlich in die zweiten Glieder derselben Gleichungen $r+{}_{,}\varrho$ und seine Projectionen. Man erhält auf diese Weise folgende Gleichungen der Bewegung zweier Systeme von Molekülen:

(8)

$$\begin{aligned}
d_t^2\xi &= S[m(x+\Delta\xi)f(r+\varrho)] + S[m'(x+\xi'-\xi+\Delta\xi')f_{,}(r+\varrho_{,})],\\
d_t^2\upsilon &= S[m(y+\Delta\upsilon)f(r+\varrho)] + S[m'(y+\upsilon'-\upsilon+\Delta\upsilon')f_{,}(r+\varrho_{,})],\\
d_t^2\zeta &= S[m(z+\Delta\zeta)f(r+\varrho)] + S[m'(z+\zeta'-\zeta+\Delta\zeta')f_{,}(r+\varrho_{,})],\\
d_t^2\xi' &= S[m'(x+\Delta\xi')f_{,,}(r+\varrho_{,,})] + S[m(x+\xi-\xi'+\Delta\xi)f_{,}(r+{}_{,}\varrho)],\\
d_t^2\upsilon' &= S[m'(y+\Delta\upsilon')f_{,,}(r+\varrho_{,,})] + S[m(y+\upsilon-\upsilon'+\Delta\upsilon)f_{,}(r+{}_{,}\varrho)],\\
d_t^2\zeta' &= S[m'(z+\Delta\zeta')f_{,,}(r+\varrho_{,,})] + S[m(z+\zeta-\zeta'+\Delta\zeta)f_{,}(r+{}_{,}\varrho)].
\end{aligned}$$

## §. 3. Gleichungen der unendlich kleinen Bewegungen eines Systems von Molekülen*).

Betrachten wir jetzt in einem gegebenen Systeme von Molekülen eine schwingende Bewegung, zufolge welcher jede Moleküle sich sehr wenig von ihrer anfänglichen Stellung entfernt. Die Verschiebungen $\xi$, $\upsilon$, $\zeta$, $\Delta\xi$, $\Delta\upsilon$, $\Delta\zeta$ können alsdann als unendlich kleine Grössen erster Ordnung betrachtet werden, deren höhere Potenzen man vernachlässigen kann. Man erhält dann:

(9)

$$\varrho = \frac{x\Delta\xi + y\Delta\upsilon + z\Delta\zeta}{r},$$

(10)

$$f(r+\varrho) = f(r) + \varrho d_r f(r),$$

und die Gleichungen (3) werden dann übergehen in:

(11)

$$\begin{aligned}
d_t^2\xi &= S[mf(r)\Delta\xi] + S[md_rf(r)x\varrho],\\
d_t^2\upsilon &= S[mf(r)\Delta\upsilon] + S[md_rf(r)y\varrho],\\
d_t^2\zeta &= S[mf(r)\Delta\zeta] + S[md_rf(r)z\varrho],
\end{aligned}$$

oder, wenn man der Kürze wegen durch L, M, N, P, Q, R folgende characteristische Functionen bezeichnet:

(12)

$$L = S\left\{m\left(f(r) + \frac{x^2}{r}d_rf(r)\right)\Delta\right\},$$

$$M = S\left\{m\left(f(r) + \frac{y^2}{r}d_rf(r)\right)\Delta\right\},$$

*) Cauchy Ex. d'An et de Ph. Math. Tome I. pag. 3—6.

$$N = S\left\{m\left(f(r) + \frac{z^2}{r} d_r f(r)\right)\Delta\right\},$$
$$P = S\left\{m\frac{yz}{r} d_r f(r)\Delta\right\},$$
$$Q = S\left\{m\frac{xz}{r} d_r f(r)\Delta\right\},$$
$$R = S\left\{m\frac{yz}{r} d_r f(r)\Delta\right\},$$

in die folgenden Gleichungen:

(13)

$$d_t^2\xi = L\xi + R\upsilon + Q\zeta,$$
$$d_t^2\upsilon = R\xi + M\upsilon + P\zeta,$$
$$d_t^2\zeta = Q\xi + P\upsilon + N\zeta,$$

welche Gleichungen auch auf folgende Weise geschrieben werden können:

(14)

$$(L - d_t^2)\xi + P\upsilon + Q\zeta = 0,$$
$$R\xi + (M - d_t^2)\upsilon + P\zeta = 0,$$
$$Q\xi + P\upsilon + (N - d_t^2)\zeta = 0.$$

Um diesen Gleichungen die Form lineärer Gleichungen partieller Differentiale zu geben, braucht man nur die endlichen Differenzen der Hauptvariabeln $\xi$, $\upsilon$, $\zeta$ in Reihen nach ihren derivirten Functionen verschiedener Ordnung zu entwickeln, oder

(15)

$$\Delta = e^{xd_x + yd_y + zd_z} - 1\ ^{*})$$

zu setzen. Die Coefficienten der derivirten Functionen der absolut Variabeln werden dann Summen der Form:

$$S[mx^n y^{n'} z^{n''} f(r)], \quad S[mx^n y^{n'} z^{n''} d_r f(r)],$$

wo n, n′, n″ ganze Zahlen bezeichnen.

Nimmt man jetzt an, die Constitution des gegebenen Systems von Molekülen sei überall dieselbe, so werden diese Summen sich auf constante Grössen reduciren, d. h. unabhängig von den Coordinaten $x$, $y$, $z$ der Moleküle m sein. Die Gleichungen 14 können folglich als lineäre Gleichungen partieller Differentiale mit constanten Coefficienten zwischen den Hauptvariabeln $\xi$, $\upsilon$, $\zeta$ und den Absolutvariabeln $x$, $y$, $z$, t betrachtet werden.

---

*) Man hat bei einer Variabel in Folge des Taylor'schen Theorems $F(x + x) = e^{xd_x} F(x) = F(x) + \Delta F(x)$, folglich $\Delta = e^{xd_x} - 1$, und ebenso bei mehreren Variabeln.

## §. 4. Gleichungen der unendlich kleinen Bewegungen zweier Systeme von Molekülen, die sich gegenseitig durchdringen*).

Betrachtet man wie im vorigen Paragraph nur die unendlich kleinen Bewegungen, so kann man die Hauptvariabeln $\xi, \upsilon, \zeta, \xi', \upsilon', \zeta'$, so wie ihre Differenzen $\Delta\xi, \Delta\upsilon, \Delta\zeta, \Delta\xi', \Delta\upsilon', \Delta\zeta'$ als unendlich kleine Grössen erster Ordnung ansehen, deren Quadrate und höhere Potenzen man vernachlässigen kann. Die Grössen $\varrho$, $\varrho_{,}$, ${}_{,}\varrho$, $\varrho_{,,}$ werden folglich auch Grössen derselben Ordnung, und man hat dann:

(16)

$$\varrho = \frac{x\Delta\xi + y\Delta\upsilon + z\Delta\zeta}{r},$$

$$\varrho_{,} = \frac{x(\xi' - \xi + \Delta\xi') + y(\upsilon' - \upsilon + \Delta\upsilon') + z(\zeta' - \zeta + \Delta\zeta')}{r},$$

$${}_{,}\varrho = \frac{x(\xi - \xi' + \Delta\xi) + y(\upsilon - \upsilon' + \Delta\upsilon) + z(\zeta - \zeta' + \Delta\zeta)}{r},$$

$$\varrho_{,,} = \frac{x\Delta\xi' + y\Delta\upsilon' + z\Delta\zeta'}{r};$$

ferner in Folge des Taylor'schen Theorems, wenn man die höheren Potenzen von $\varrho$, $\varrho_{,}$, ${}_{,}\varrho$, $\varrho_{,,}$ vernachlässigt:

(17)

$$f(r+\varrho) = f(r) + \varrho d_r f(r),$$
$$f(r+\varrho_{,}) = f(r) + \varrho_{,} d_r f(r), \text{ etc.}$$

Substituirt man diese Werthe in den Gleichungen (8) und berücksichtigt die Formeln 5 und 6, so erhält man:

(18)

$$d_t^2\xi = S[mf(r)\Delta\xi] + S[md_r f(r) x\varrho] + S[m'f_{,}(r)(\xi' - \xi + \Delta\xi')] + S[m'd_r f_{,}(r) x\varrho_{,}],$$
$$d_t^2\upsilon = S[mf(r)\Delta\upsilon] + S[md_r f(r) y\varrho] + S[m'f_{,}(r)(\upsilon' - \upsilon + \Delta\upsilon')] + S[m'd_r f_{,}(r) y\varrho_{,}],$$
$$d_t^2\zeta = S[mf(r)\Delta\zeta] + S[md_r f(r) z\varrho] + S[m'f_{,}(r)(\zeta' - \zeta + \Delta\zeta')] + S[m'd_r f_{,}(r) z\varrho_{,}],$$
$$d_t^2\xi' = S[m'f_{,,}(r)\Delta\xi'] + S[m'd_r f_{,,}(r) x\varrho_{,,}] + S[mf_{,}(r)(\xi - \xi' + \Delta\xi)] + S[md_r f_{,}(r) x\,{}_{,}\varrho],$$
$$d_t^2\upsilon' = S[m'f_{,,}(r)\Delta\upsilon'] + S[m'd_r f_{,,}(r) y\varrho_{,,}] + S[mf_{,}(r)(\upsilon - \upsilon' + \Delta\upsilon)] + S[md_r f_{,}(r) y\,{}_{,}\varrho],$$
$$d_t^2\zeta' = S[m'f_{,,}(r)\Delta\zeta'] + S[m'd_r f_{,,}(r) z\varrho_{,,}] + S[mf_{,}(r)(\zeta - \zeta' + \Delta\zeta)] + S[md_r f_{,}(r) z\,{}_{,}\varrho],$$

oder wenn man der Kürze wegen durch L, M..., $L_{,}$, $M_{,}$,...

*) Cauchy Ex. d'An et de Ph. Math. Tome I. pag. 36—42.

$_{,}L$, $_{,}M$,... $L_{,,}$, $M_{,,}$.... folgende characteristischen Functionen bezeichnet:

(19)

$$L = S\left\{m\left(f(r) + \frac{x^2}{r}d_r f(r)\right)\Delta\right\} - S\left\{m'\left(f_,(r) + \frac{x^2}{r}d_r f_,(r)\right)\right\},$$

$$M = S\left\{m\left(f(r) + \frac{y^2}{r}d_r f(r)\right)\Delta\right\} - S\left\{m'\left(f_,(r) + \frac{y^2}{r}d_r f_,(r)\right)\right\},$$

$$N = S\left\{m\left(f(r) + \frac{z^2}{r}d_r f(r)\right)\Delta\right\} - S\left\{m'\left(f_,(r) + \frac{z^2}{r}d_r f_,(r)\right)\right\},$$

$$P = S\left\{m\frac{yz}{r}d_r f(r)\Delta\right\} - S\left\{m'\frac{yz}{r}d_r f_,(r)\right\},$$

$$Q = S\left\{m\frac{xz}{r}d_r f(r)\Delta\right\} - S\left\{m'\frac{xz}{r}d_r f_,(r)\right\},$$

$$R = S\left\{m\frac{xy}{r}d_r f(r)\Delta\right\} - S\left\{m'\frac{xy}{r}d_r f_,(r)\right\},$$

$$L_, = S\left\{m'\left(f_,(r) + \frac{x^2}{r}d_r f_,(r)\right)(1+\Delta)\right\},$$

$$M_, = S\left\{m'\left(f_,(r) + \frac{y^2}{r}d_r f_,(r)\right)(1+\Delta)\right\},$$

$$N_, = S\left\{m'\left(f_,(r) + \frac{z^2}{r}d_r f_,(r)\right)(1+\Delta)\right\},$$

$$P_, = S\left\{m'\frac{yz}{r}d_r f_,(r)\,(1+\Delta)\right\},$$

$$Q_, = S\left\{m'\frac{xz}{r}d_r f_,(r)\,(1+\Delta)\right\},$$

$$R_, = S\left\{m'\frac{xy}{r}d_r f_,(r)\,(1+\Delta)\right\},$$

$$_{,}L = S\left\{m\left(f_,(r) + \frac{x^2}{r}d_r f_,(r)\right)(1+\Delta)\right\},$$

$$_{,}M = S\left\{m\left(f_,(r) + \frac{y^2}{r}d_r f_,(r)\right)(1+\Delta)\right\},$$

$$_{,}N = S\left\{m\left(f_,(r) + \frac{z^2}{r}d_r f_,(r)\right)(1+\Delta)\right\},$$

$$_{,}P = S\left\{m\frac{yz}{r}d_r f_,(r)\,(1+\Delta)\right\},$$

$$_{,}Q = S\left\{m\frac{xz}{r}d_r f_,(r)\,(1+\Delta)\right\},$$

$$_{,}R = S\left\{m\frac{xy}{r}d_r f_,(r)\,(1+\Delta)\right\},$$

$$L_{,,} = S\left\{m'\left(f_{,,}(r) + \frac{x^2}{r}d_r f_{,,}(r)\right)\Delta\right\} - S\left\{m\left(f_,(r) + \frac{x^2}{r}d_r f_,(r)\right)\right\},$$

$$M_{,,} = S\left\{m'\left(f_{,,}(r) + \frac{y^2}{r}d_r f_{,,}(r)\right)\Delta\right\} - S\left\{m\left(f_,(r) + \frac{y^2}{r}d_r f_,(r)\right)\right\},$$

$$N_{,,} = S\left\{m'\left(f_{,,}(r) + \frac{z^2}{r}d_r f_{,,}(r)\right)\Delta\right\} - S\left\{m\left(f_,(r) + \frac{z^2}{r}d_r f_,(r)\right)\right\}.$$

$$P_{,,} = S\left\{m'\frac{yz}{r}d_r f_{,,}(r)\Delta\right\} - S\left\{m\frac{yz}{r}d_r f_,(r)\right\},$$

$$Q_{,,} = S\left\{m'\frac{xz}{r}d_r f_{,,}(r)\Delta\right\} - S\left\{m\frac{xz}{r}d_r f_,(r)\right\},$$

$$R_{,,} = S\left\{m'\frac{xy}{r}d_r f_{,,}(r)\Delta\right\} - S\left\{m\frac{xy}{r}d_r f_,(r)\right\},$$

folgende characteristische Gleichungen:

(20)

$$\begin{aligned}
d_t^2\xi &= L\xi + R\upsilon + Q\zeta + L_,\xi' + R_,\upsilon' + Q_,\zeta',\\
d_t^2\upsilon &= R\xi + M\upsilon + P\zeta + R_,\xi' + M_,\upsilon' + P_,\zeta',\\
d_t^2\zeta &= Q\xi + P\upsilon + N\zeta + Q_,\xi' + P_,\upsilon' + N_,\zeta',\\
d_t^2\xi' &= {}_,L\xi + {}_,R\upsilon + {}_,Q\zeta + L_{,,}\xi' + R_{,,}\upsilon' + Q_{,,}\zeta',\\
d_t^2\upsilon' &= {}_,R\xi + {}_,M\upsilon + {}_,P\zeta + R_{,,}\xi' + M_{,,}\upsilon' + P_{,,}\zeta',\\
d_t^2\zeta' &= {}_,Q\xi + {}_,P\upsilon + {}_,N\zeta + Q_{,,}\xi' + P''\upsilon' + N_{,,}\zeta',
\end{aligned}$$

welche Gleichungen auch auf folgende Weise geschrieben werden können:

(21)

$$\begin{aligned}
&(L - d_t^2)\xi + R\upsilon + Q\zeta + L_,\xi' + R_,\upsilon' + Q_,\zeta' = 0,\\
&R\xi + (M - d_t^2)\upsilon + P\zeta + R_,\xi' + M_,\upsilon' + P_,\zeta' = 0,\\
&Q\xi + P\upsilon + (N - d_t^2)\zeta + Q_,\xi' + P_,\upsilon' + N_,\zeta' = 0,\\
&{}_,L\xi + {}_,R\upsilon + {}_,Q\zeta + (L_{,,} - d_t^2)\xi' + R_{,,}\upsilon' + Q_{,,}\zeta' = 0,\\
&{}_,R\xi + {}_,M\upsilon + {}_,P\zeta + R_{,,}\xi' + (M_{,,} - d_t^2)\upsilon + P_{,,}\zeta' = 0,\\
&{}_,Q\xi + {}_,P\upsilon + {}_,N\zeta + Q_{,,}\xi' + P_{,,}\upsilon' + (N_{,,} - d_t^2)\zeta' = 0.
\end{aligned}$$

Entwickelt man jetzt in diesen Gleichungen die endlichen Differenzen der Hauptvariabeln $\xi$, $\upsilon$, $\zeta$, $\xi'$, $\upsilon'$, $\zeta'$ in Reihen, die nach ihren derivirten Functionen verschiedener Ordnung entwickelt sind, oder setzt man:

(15)

$$\Delta = e^{xd_x + yd_y + zd_z} - 1,$$

so werden die obenstehenden Gleichungen die Form linearer partieller Differentialgleichungen bekommen. Die Coefficienten der derivirten Functionen der Absolut-Variabeln werden dann Summen der Form:

(22)

$$S[m\,x^n y^{n'} z^{n''} f(r)],\quad S[m\,x^n y^{n'} z^{n''} d_r f(r)],\quad S[m'\,x^n y^{n'} z^{n''} f_,(r)],$$
$$S[m'\,x^n y^{n'} z^{n''} d_r f_,(r)],$$

$$S[m'\,x^n y^{n'} z^{n''} f_{,,}(r)],\quad S[m'\,x^n y^{n'} z^{n''} d_r f_{,,}(r)],\quad S[m\,x^n y^{n'} z^{n''} f_,(r)],$$
$$S[m\,x^n y^{n'} z^{n''} d_r f_,(r)].$$

Nimmt man jetzt an, die Constitution des zweiten Systems von Molekülen sei überall dieselbe, so werden die vier mittleren Summen, die in den Coefficienten der drei letzten der Gleichungen 21 vorkommen, unabhängig von den Coordinaten $x$, $y$, $z$ der Moleküle m', folglich constante Grössen sein. Dies wird immer der Fall sein, wenn das zweite System ein homogener Körper ist. Sind dagegen, wie man in der Lichttheorie annimmt, die Moleküle des ersten Systems, welches wir Aether nennen, viel näher an einander gereiht, als in dem zweiten Systeme, so werden die zwei ersten und zwei letzten der Summen (22) periodisch werden und dieselben Werthe periodisch wiederbekommen, wenn jede der drei Coordinaten $x$, $y$, $z$ in arithmetischer Progression wächst oder abnimmt, und die Exponenten dieser Progression werden immer sehr klein in Bezug auf die numerischen Werthe der Coordinaten $x, y, z$ sein. Nun ist aber aus der Theorie der Differentialgleichungen bewiesen*), dass, wenn in einem System von linearen Differentialgleichungen zwischen mehreren Hauptvariabeln die Coefficienten dieser Variabeln und ihrer differentialen Functionen andere Variabeln $x$, $y$, $z$ sind, welche periodisch dieselben Werthe erhalten, wenn man jede der unabhängigen Variabeln in einer arithmetischen Progression wachsen oder abnehmen lässt, z. B. wenn man $x$ um ein Multiplum von a, $y$ um ein Multiplum von b, und $z$ um ein Multiplum von c variiren lässt, und diese Exponenten der Progressionen a, b, c sehr klein in Bezug auf die numerischen Werthe von $x$, $y$, $z$ sind, alsdann werden die diesen Gleichungen entsprechenden Werthe der Hauptvariabeln mit denen zusammenfallen, welche man erhalten wird, wenn man in den gegebenen Differentialgleichungen jeden periodischen Coefficienten R durch seinen mittleren Werth $\frac{1}{abc}\int_0^a\int_0^b\int_0^c R\,dz\,dy\,dx$ ersetzt. —

Statt der Coefficienten L, M,... $L_{,,}$, $M_{,,}$,... kann man folglich ihre mittleren Werthe setzen, und alsdann die Gleichungen 21 als lineäre partielle Differentialgleichungen mit constanten Coefficienten ansehen. —

---

*) Cauchy, Recueil de mémoires sur divers points de Physique Mathématique pag. 99.

## §. 5. Integration der Differentialgleichungen der unendlich kleinen Bewegungen eines oder zweier Systeme von Molekülen*).

Zur Integration der partiellen Differentialgleichungen (14 und 21) benutzt man folgende Sätze der Lehre der Differentialgleichungen**).

Es seien gegeben zwischen mehreren Hauptvariabeln $\xi, \upsilon, \zeta \ldots$ und die unabhängigen Variabeln $x$, $y$, $z$, t mehrerer lineären Differententialgleichungen mit partiellen Differentialen und constanten Coefficienten, deren Anzahl gleich sei der der Hauptvariabeln, und so, dass kein Glied vorkommt, welches die Hauptvariabeln oder ihre Differentialen nicht enthält. Es sei ferner die Ordnung der in Bezug auf t derivirten Functionen der Hauptvariabeln gleich n' für $\xi$, n'' für $\upsilon$, n''' für $\zeta$ u. s. w., und die Coefficienten von $d_t^{n'}\xi$, $d_t^{n''}\upsilon$, $d_t^{n'''}\zeta \ldots$ unabhängig von den Characteristiken $d_x$, $d_y$, $d_z$.

Setzen wir:

$$n = n' + n'' + n''' + \ldots.$$

und nehmen wir an, die Hauptvariabeln $\xi, \upsilon, \zeta \ldots\ldots$ verificiren nicht nur für jeden Werth von t die gegebenen Gleichungen, sondern auch für $t = 0$ die Bedingungsgleichungen:

(23)

$$\xi = \varphi(x, y, z);\ d_t\xi = \varphi_{\prime}(x, y, z);\ \ldots\ldots\ d_t^{n'-1}\xi = \varphi_{n'-1}(x, y, z);$$
$$\upsilon = \chi(x, y, z);\ d_t\upsilon = \chi_{\prime}(x, y, z);\ \ldots\ldots\ d_t^{n''-1}\upsilon = \chi_{n''-1}(x, y, z);$$
$$\zeta = \psi(x, y, z);\ d_t\zeta = \psi_{\prime}(x, y, z);\ \ldots\ldots\ d_t^{n'''-1}\zeta = \psi_{n'''-1}(x, y, z);$$

. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .

. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .

Es sei ferner $\nabla = 0$ die characteristische Determinante der gegebenen Differentialgleichungen, d. i. die characteristische Gleichung, welche man erhält durch die Elimination von $\xi, \upsilon, \zeta \ldots$ indem man $d_x$, $d_y$, $d_z$, $d_t$ als Coefficienten behandelt, und wir wollen annehmen, dass dieser Gleichung $\nabla = 0$ eine solche Form gegeben werde, dass der Coefficient des $d_t^n$ die Einheit sei.

Es sei jetzt $\omega$ eine Function, welche für jeden Werth von t der Differentialgleichung nter Ordnung:

(24)

$$\nabla\omega = 0$$

genügt, und für $t = 0$ die Bedingungsgleichungen:

*) Cauchy Ex. d'An et de Ph. Math. Tome I. p. 94—101.

**) Idem p. 87.

(25)

$$\omega = 0,\ d_t\omega = 0 \ldots\ldots d_t^{n-1}\omega = \omega(x, y, z),$$

so wird diese Function $\omega$ die zur characteristischen Determinante $\nabla = 0$ gehörige principale Function genannt; es seien ferner:

$$\varphi,\ \varphi_{,},\ \varphi_{,,} \ldots\ldots \varphi_{n'-1},$$
$$\chi,\ \chi_{,},\ \chi_{,,} \ldots\ldots \chi_{n''-1},$$
$$\psi,\ \psi_{,},\ \psi_{,,} \ldots\ldots \psi_{n'''-1},$$
$$\ldots\ldots\ldots$$

die Functionen, in welche $\omega$ übergeht, wenn man statt $\omega(x, y, z)$ successive die Anfangsfunctionen:

$$\varphi(x,y,z),\ \varphi_{,}(x,y,z), \ldots\ldots \varphi_{n'-1}(x,y,z),$$
$$\chi(x,y,z),\ \chi_{,}(x,y,z), \ldots\ldots \chi_{n''-1}(x,y,z),$$
$$\psi(x,y,z),\ \psi_{,}(x,y,z), \ldots\ldots \psi_{n'''-1}(x,y,z),$$
$$\ldots\ldots\ldots$$

einsetzt. —

Um jetzt den gegebenen Differentialgleichungen genug zu thun, so dass alle die Bedingungen (23) erfüllt werden, braucht man nur die derivirten Functionen:

$$d_t\xi,\ d_t^2\xi, \ldots\ldots\ldots d_t^{n'}\xi,$$
$$d_t\upsilon,\ d_t^2\upsilon, \ldots\ldots\ldots d_t^{n''}\upsilon,$$
$$d_t\zeta,\ d_t^2\zeta, \ldots\ldots\ldots d_t^{n'''}\zeta,$$
$$\ldots\ldots\ldots$$
$$\ldots\ldots\ldots$$

durch die Differenzen:

$$d_t\xi - \nabla\varphi;\ d_t^2\xi - \nabla(\varphi_{,} + d_t\varphi); \ldots\ldots$$
$$d_t^{n'}\xi - \nabla(\varphi_{n'-1} + d_t\varphi_{n'-2} + \ldots d_t^{n'-2}\varphi_{,} + d_t^{n'-1}\varphi);$$
$$d_t\upsilon - \nabla\chi;\ d_t^2\upsilon - \nabla(\chi_{,} + d_t\chi); \ldots\ldots$$
$$d_t^{n''}\upsilon - \nabla(\chi_{n''-1} + d_t\chi_{n''-2} + \ldots d_t^{n''-2}\chi_{,} + d_t^{n''-1}\chi);$$
$$d_t\zeta - \nabla\psi;\ d_t^2\zeta - \nabla(\psi_{,} + d_t\psi); \ldots\ldots$$
$$d_t^{n'''}\zeta - \nabla(\psi_{n'''-1} + d_t\psi_{n'''-2} + \ldots d_t^{n'''-2}\psi_{,} + d_t^{n'''-1}\psi);$$
$$\ldots\ldots\ldots$$

zu ersetzen, dann die neuen Gleichungen in Bezug auf $\xi, \upsilon, \zeta \ldots$ aufzulösen, als wären die Characteristiken $d_x$, $d_y$, $d_z$, $d_t$ wirkliche Grössen. —

Wenden wir diesen Satz auf die Gleichungen (14) an, so wird hier die characteristische Determinante:

(26)

$$\Delta = (d_t^2 - L)(d_t^2 - M)(d_t^2 - N) - P^2(d_t^2 - L) - Q^2(d_t^2 - M) - R^2(d_t^2 - N) - 2PQR = 0.$$

Nimmt man jetzt an, dass für $t = 0$:

(27)

$$\xi = \varphi(x, y, z); \quad \upsilon = \chi(x, y, z); \quad \zeta = \psi(x, y, z);$$
$$d_t\xi = \Phi(x, y, z); \; d_t\upsilon = X(x, y, z); \; d_t\zeta = \Psi(x, y, z);$$

so dass folglich die drei ersten Grössen die Anfangswerthe der Verschiebungen und die drei letzten die der Geschwindigkeiten bezeichnen; und bezeichnet man durch:

$$\varphi, \chi, \psi,$$
$$\Phi, X, \Psi,$$

die Werthe von $\omega$, welche herauskommen, wenn man statt $\omega(x.y, z)$ successive die Functionen 27 einsetzt, so werden $\xi$, $\upsilon$, $\zeta$ bestimmt werden durch die Gleichungen:

(28)

$$(L - d_t^2)\xi + R\upsilon + Q\zeta = -\nabla(\Phi + d_t\varphi),$$
$$R\xi + (M - d_t^2)\upsilon + P\zeta = -\nabla(X + d_t\chi),$$
$$Q\xi + P\upsilon + (N - d_t^2)\zeta = -\nabla(\Psi + d_t\psi),$$

wenn man diese Gleichungen in Bezug auf $\xi$, $\upsilon$, $\zeta$ auflöst, und die Characteristiken $d_x$, $d_y$, $d_z$, $d_t$ als wirkliche Grössen betrachtet. Setzt man folglich:

(29)

$$\mathcal{L} = (d_t^2 - M)(d_t^2 - N) - P^2,$$
$$\mathcal{M} = (d_t^2 - L)(d_t^2 - N) - Q^2,$$
$$\mathcal{N} = (d_t^2 - L)(d_t^2 - M) - R^2,$$
$$\mathcal{P} = P(d_t^2 - L) - QR,$$
$$\mathcal{Q} = Q(d_t^2 - M) - PR,$$
$$\mathcal{R} = R(d_t^2 - N) - PQ,$$

so werden die allgemeinen Integrale der Gleichungen (14) sein:

(30)

$$\xi = \mathcal{L}(\Phi + d_t\varphi) + \mathcal{R}(X + d_t\chi) + \mathcal{Q}(\Psi + d_t\psi),$$
$$\upsilon = \mathcal{R}(\Phi + d_t\varphi) + \mathcal{M}(X + d_t\chi) + \mathcal{P}(\Psi + d_t\psi),$$
$$\zeta = \mathcal{Q}(\Phi + d_t\varphi) + \mathcal{P}(X + d_t\chi) + \mathcal{N}(\Psi + d_t\psi). \; -$$

Integriren wir jetzt die Gleichungen (21). Ihre characteristische Determinante ist:

(31)

$$\nabla = (d_t^2 - L)(d_t^2 - M)(d_t^2 - N)(d_t^2 - L_{,,})(d_t^2 - M_{,,})(d_t^2 - N_{,,}) - \ldots = 0.$$

Nimmt man jetzt an, dass für $t = 0$:

(32)

$$\xi = \varphi(x,y,z);\quad \upsilon = \chi(x,y,z);\quad \zeta = \psi(x,y,z),$$
$$d_t\xi = \Phi(x,y,z);\quad d_t\upsilon = X(x,y,z);\quad d_t\zeta = \Psi(x,y,z),$$
$$\xi' = \varphi'(x,y,z);\quad \upsilon' = \chi'(x,y,z);\quad \zeta' = \psi'(x,y,z),$$
$$d_t\xi' = \Phi'(x,y,z);\quad d_t\upsilon' = X'(x,y,z);\quad d_t\zeta' = \Psi'(x,y,z),$$

und bezeichnet man durch:

$$\varphi,\ \chi,\ \psi,\ \varphi',\ \chi',\ \psi',$$
$$\Phi,\ X,\ \Psi,\ \Phi',\ X',\ \Psi',$$

die entsprechenden Werthe der principalen Function $\omega$, so wird man die den Gleichungen (21) und (32) entsprechenden Werthe der Hauptvariabeln bekommen, wenn man die folgenden Gleichungen in Bezug auf $\xi$, $\upsilon$, $\zeta$, $\xi'$, $\upsilon'$, $\zeta'$ auflöst, als wären die Characteristiken $d_x$, $d_y$, $d_z$, $d_t$ wirkliche Grössen, nämlich die Gleichungen:

(33)

$$(L - d_t^2)\xi + R\upsilon + Q\zeta + L_{,}\xi' + R_{,}\upsilon' + Q_{,}\zeta' = -\nabla(\Phi + d_t\varphi),$$
$$R\xi + (M - d_t^2)\upsilon + P\zeta + R_{,}\xi' + M_{,}\upsilon' + P_{,}\zeta' = -\nabla(X + d_t\chi),$$
$$Q\xi + P\upsilon + (N - d_t^2)\zeta + Q_{,}\xi' + P_{,}\upsilon' + N_{,}\zeta' = -\nabla(\Psi + d_t\psi),$$
$${}_{,}L\xi + {}_{,}R\upsilon + {}_{,}Q\zeta + (L_{,,} - d_t^2)\xi' + R_{,,}\upsilon' + Q_{,,}\zeta' = -\nabla(\Phi' + d_t\varphi'),$$
$${}_{,}R\xi + {}_{,}M\upsilon + {}_{,}P\zeta + R_{,,}\xi' + (M_{,,} - d_t^2)\upsilon' + P_{,,}\zeta' = -\nabla(X' + d_t\chi'),$$
$${}_{,}Q\xi + {}_{,}P\upsilon + {}_{,}N\zeta + Q_{,,}\xi' + P_{,,}\upsilon' + (N_{,,} - d_t^2)\zeta' = -\nabla(\Psi' + d_t\psi').$$

Setzt man folglich:

(34)

$$\mathcal{L} = -(d_t^2 - M)(d_t^2 - N)(d_t^2 - L_{,,})(d_t^2 - M_{,,})(d_t^2 - N_{,,}) + \ldots.$$
$$\mathcal{M} = -(d_t^2 - L)(d_t^2 - N)(d_t^2 - L_{,,})(d_t^2 - M_{,,})(d_t^2 - N_{,,}) + \ldots.$$
$$\mathcal{N} = -(d_t^2 - L)(d_t^2 - M)(d_t^2 - L_{,,})(d_t^2 - M_{,,})(d_t^2 - N_{,,}) + \ldots.$$
$$\mathcal{L}_{,,} = -(d_t^2 - L)(d_t^2 - M)(d_t^2 - N)(d_t^2 - M_{,,})(d_t^2 - N_{,,}) + \ldots.$$
$$\mathcal{M}_{,,} = -(d_t^2 - L)(d_t^2 - M)(d_t^2 - N)(d_t^2 - L_{,,})(d_t^2 - N_{,,}) + \ldots.$$
$$\mathcal{N}_{,,} = -(d_t^2 - L)(d_t^2 - M)(d_t^2 - N)(d_t^2 - L_{,,})(d_t^2 - M_{,,}) + \ldots.$$
$$\mathcal{L}_{,} = +L_{,}(d_t^2 - M)(d_t^2 - N)(d_t^2 - M_{,,})(d_t^2 - N_{,,}) - \ldots.$$
$$\mathcal{M}_{,} = +M_{,}(d_t^2 - L)(d_t^2 - N)(d_t^2 - L_{,,})(d_t^2 - N_{,,}) - \ldots.$$
$$\mathcal{N}_{,} = +N_{,}(d_t^2 - L)(d_t^2 - M)(d_t^2 - L_{,,})(d_t^2 - M_{,,}) - \ldots.$$
$${}_{,}\mathcal{L} = +{}_{,}L(d_t^2 - M)(d_t^2 - N)(d_t^2 - M_{,,})(d_t^2 - N_{,,}) - \ldots.$$
$${}_{,}\mathcal{M} = +{}_{,}M(d_t^2 - L)(d_t^2 - N)(d_t^2 - L_{,,})(d_t^2 - N_{,,})$$
$${}_{,}\mathcal{N} = +{}_{,}N(d_t^2 - L)(d_t^2 - M)(d_t^2 - L_{,,})(d_t^2 - M_{,,})$$
$$\mathcal{P} = +P(d_t^2 - L)(d_t^2 - L_{,,})(d_t^2 - M_{,,})(d_t^2 - N_{,,}) - \ldots.$$
$$\mathcal{Q} = +Q(d_t^2 - M)(d_t^2 - L_{,,})(d_t^2 - M_{,,})(d_t^2 - N_{,,}) - \ldots.$$
$$\mathcal{R} = +R(d_t^2 - N)(d_t^2 - L_{,,})(d_t^2 - M_{,,})(d_t^2 - N_{,,}) - \ldots.$$
$$\mathcal{P}_{,} = +P_{,}(d_t^2 - L)(d_t^2 - N)(d_t^2 - L_{,,})(d_t^2 - M_{,,}) - \ldots.$$

$$Q_{,} = +\mathrm{Q}_{,}(\mathrm{d}_t^2 - \mathrm{M})(\mathrm{d}_t^2 - \mathrm{N})(\mathrm{d}_t^2 - \mathrm{L}_{,,})(\mathrm{d}_t^2 - \mathrm{M}_{,,}) - \ldots.$$
$$R_{,} = +\mathrm{R}_{,}(\mathrm{d}_t^2 - \mathrm{M})(\mathrm{d}_t^2 - \mathrm{N})(\mathrm{d}_t^2 - \mathrm{L}_{,,})(\mathrm{d}_t^2 - \mathrm{N}_{,,}) - \ldots.$$
$${}_{,}P = +{}_{,}\mathrm{P}(\mathrm{d}_t^2 - \mathrm{L})(\mathrm{d}_t^2 - \mathrm{M})(\mathrm{d}_t^2 - \mathrm{L}_{,,})(\mathrm{d}_t^2 - \mathrm{N}_{,,}) - \ldots.$$
$${}_{,}Q = +{}_{,}\mathrm{Q}(\mathrm{d}_t^2 - \mathrm{L})(\mathrm{d}_t^2 - \mathrm{M})(\mathrm{d}_t^2 - \mathrm{M}_{,,})(\mathrm{d}_t^2 - \mathrm{N}_{,,}) - \ldots.$$
$${}_{,}R = +{}_{,}\mathrm{R}(\mathrm{d}_t^2 - \mathrm{L})(\mathrm{d}_t^2 - \mathrm{N})(\mathrm{d}_t^2 - \mathrm{M}_{,,})(\mathrm{d}_t^2 - \mathrm{N}_{,,}) - \ldots.$$
$$P_{,,} = +\mathrm{P}_{,,}(\mathrm{d}_t^2 - \mathrm{L})(\mathrm{d}_t^2 - \mathrm{M})(\mathrm{d}_t^2 - \mathrm{N})(\mathrm{d}_t^2 - \mathrm{L}_{,,}) - \ldots.$$
$$Q_{,,} = +\mathrm{Q}_{,,}(\mathrm{d}_t^2 - \mathrm{L})(\mathrm{d}_t^2 - \mathrm{M})(\mathrm{d}_t^2 - \mathrm{N})(\mathrm{d}_t^2 - \mathrm{M}_{,,}) - \ldots.$$
$$R_{,,} = +\mathrm{R}_{,,}(\mathrm{d}_t^2 - \mathrm{L})(\mathrm{d}_t^2 - \mathrm{M})(\mathrm{d}_t^2 - \mathrm{N})(\mathrm{d}_t^2 - \mathrm{N}_{,,}) - \ldots.$$

wo die sechs ersten Grössen characteristische Functionen zehnten Grades und die übrigen achten Grades in Bezug auf $\mathrm{d}_t$ sind, so erhält man:

(35)

$$\begin{aligned}
\xi &= L(\Phi + \mathrm{d}_t\varphi) + R(\mathrm{X} + \mathrm{d}_t\chi) + Q(\Psi + \mathrm{d}_t\psi) + \\
&\quad + L_{,}(\Phi' + \mathrm{d}_t\varphi') + R_{,}(\mathrm{X}' + \mathrm{d}_t\chi') + Q_{,}(\Psi' + \mathrm{d}_t\psi'), \\
\upsilon &= R(\Phi + \mathrm{d}_t\varphi) + M(\mathrm{X} + \mathrm{d}_t\chi) + P(\Psi + \mathrm{d}_t\psi) + \\
&\quad + R_{,}(\Phi' + \mathrm{d}_t\varphi') + M_{,}(\mathrm{X}' + \mathrm{d}_t\chi') + P_{,}(\Psi' + \mathrm{d}_t\psi'), \\
\zeta &= Q(\Phi + \mathrm{d}_t\varphi) + P(\mathrm{X} + \mathrm{d}_t\chi) + N(\Psi + \mathrm{d}_t\psi) + \\
&\quad + Q_{,}(\Phi' + \mathrm{d}_t\varphi') + P_{,}(\mathrm{X}' + \mathrm{d}_t\chi') + N_{,}(\Psi' + \mathrm{d}_t\psi'), \\
\xi' &= {}_{,}L(\Phi + \mathrm{d}_t\varphi) + {}_{,}R(\mathrm{X} + \mathrm{d}_t\chi) + {}_{,}Q(\Psi + \mathrm{d}_t\psi) + \\
&\quad + L_{,,}(\Phi' + \mathrm{d}_t\varphi') + R_{,,}(\mathrm{X}' + \mathrm{d}_t\chi') + Q_{,,}(\Psi' + \mathrm{d}_t\psi'), \\
\upsilon' &= {}_{,}R(\Phi + \mathrm{d}_t\varphi) + {}_{,}M(\mathrm{X} + \mathrm{d}_t\chi) + {}_{,}P(\Psi + \mathrm{d}_t\psi) + \\
&\quad + R_{,,}(\Phi' + \mathrm{d}_t\varphi') + M_{,,}(\mathrm{X}' + \mathrm{d}_t\chi') + P_{,,}(\Psi' + \mathrm{d}_t\psi'), \\
\zeta_{,} &= {}_{,}O(\Phi + \mathrm{d}_t\varphi) + {}_{,}P(\mathrm{X} + \mathrm{d}_t\chi) + {}_{,}N(\Psi + \mathrm{d}_t\psi) + \\
&\quad + O_{,,}(\Phi' + \mathrm{d}_t\varphi') + P_{,,}(\mathrm{X}' + \mathrm{d}_t\chi') + N_{,,}(\Psi' + \mathrm{d}_t\psi').
\end{aligned}$$

## §. 6. Von der principalen Function $\omega$ *).

Wie wir eben gesehen haben, hängen die allgemeinen Integralen der Differentialgleichungen (14) und (21) allein von der Bestimmung einer Function $\omega$ ab, die wir die principale Function genannt haben. Diese Function soll für jeden Werth von t die Differentialgleichung:

(24)

$$\nabla\omega = F(\mathrm{d}_x, \mathrm{d}_y, \mathrm{d}_z, \mathrm{d}_t)\omega = 0$$

verificiren, und für $t = 0$ die Gleichungen:

(25)

$$\omega = 0,\ \mathrm{d}_t\omega = 0, \ldots\ldots \mathrm{d}_t^{n-1}\omega = \varpi(x, y, z)$$

*) Cauchy Ex. d'An et de Ph. Math. Tome I. pag. 76—94, 195—208 u. 411. Compte rendu Tome 13. pag. 40—46, 97—109, 109—124; Tome 14, pag. 2—8.

wo n die Anzahl der Hauptvariabeln bezeichnet, folglich für die Gleichungen (14) $n = 3$ und für die Gleichungen (21) $n = 6$. —

Es sei jetzt $f\binom{x, y, z}{\lambda, \mu, \nu}$ eine Function der 6 Variabeln $x, y, z, \lambda, \mu, \nu$, welche folgender Gleichung Genüge leistet:

(36)

$$\omega(x, y, z) = \iiint_{-\infty}^{+\infty} f\binom{x, y, z}{\lambda, \mu, \nu} \omega(\lambda, \mu, \nu)\, d\lambda\, d\mu\, d\nu$$

wo $\omega(x, y, z)$ eine willkührliche Function bezeichnet. Bezeichnen wir jetzt durch $\vartheta$ eine Function, welche für jeden Werth von t der Gleichung:

(37)

$$\nabla\vartheta = F(d_x, d_y, d_z, d_t)\vartheta = 0$$

und für $t = 0$ den Gleichungen:

(38)

$$\vartheta = 0,\ d_t\vartheta = 0, \ldots d_t^{2n-1}\vartheta = f\binom{x, y, z}{\lambda, \mu, \nu},$$

Genüge leistet, so wird folglich:

(39)

$$\omega = \iiint_{-\infty}^{+\infty} \vartheta\, \omega(\lambda, \mu, \nu)\, d\lambda\, d\mu\, d\nu.$$

Diese Function würde nämlich in Folge der Bedingung (37) der Gleichung (24) und in Folge der Bedingungen (38) den Gleichungen (25) Genüge leisten. Wenn man also für eine besondere Function $f\binom{x, y, z}{\lambda, \mu, \nu}$, welche die Bedingung (36) erfüllte, die principale Function $\vartheta$ kennete, so würde man durch die Formel (38) die jeder andern Function $\omega(x, y, z)$ entsprechende principale Function sogleich finden.

Man hat verschiedene Formen der Function $f\binom{x, y, z}{\lambda, \mu, \nu}$. Die einfachste unter diesen ist:

(40)

$$f\binom{x, y, z}{\lambda, \mu, \nu} = \frac{1}{(2\pi\sqrt{-1})^3} \iiint_{-\infty}^{+\infty} e^{u(x-\lambda) + v(y-\mu) + w(z-\nu)}\, du\, dv\, dw$$

Man hat nämlich für eine beliebige Function $\omega(x, y, z)$ immer die Formel:

(41)

$$\omega(x,y,z) = \frac{1}{(2\pi\sqrt{-1})^3}\int\int\int\int\int\int_{-\infty}^{+\infty} e^{u(x-\lambda)+v(y-\mu)+w(z-\nu)} \omega(\lambda,\mu,\nu) \,.\, d\lambda\, d\mu\, d\nu\, du\, dv\, dw\text{*)}.$$

Um die zu diesem Werthe der Function $f\begin{pmatrix}x, y, z\\ \lambda, \mu, \nu\end{pmatrix}$ gehörige principale Function $\vartheta$ zu finden, bemerkt man, dass man im Allgemeinen der Gleichung (37) Genüge leistet, wenn man setzt:

(42)

$$\vartheta = e^{ux + vy + wz + st} \varrho\begin{pmatrix}u, v, w\\ \lambda, \mu, \nu\end{pmatrix},$$

wo $\varrho(u,v,w)$ eine beliebige Function von $u, v, w$ bezeichnet, und $s$ eine Wurzel der Gleichung:

(43)

$$S = F(u,v,w,s) = 0$$

bezeichnet, welche man erhält, wenn man in der characteristischen Determinante $\nabla = 0$, statt $d_x$, $d_y$, $d_z$, $d_t$ die Grössen $u, v, w, s$ setzt. Man erhält nämlich dann:

$$\nabla\vartheta = S e^{ux + vy + wz + st} \varrho\begin{pmatrix}u, v, w\\ \lambda, \mu, \nu\end{pmatrix},$$

folglich gleich Null. Sollte die Gleichung 43 mehrere gleiche Wurzeln haben, so dass: $S = (s-s_1)^{k_1} (s-s_2)^{k_2} \dots (s-s_r)^{k_r}$, so würde man nicht allein den Werth (42), sondern auch den folgenden annehmen können:

---

*) Cauchy Ex. d'An et Ph. Math. pag. 77. Diese Formel wird aus der folgenden Fourier'schen hergeleitet:

$$f(x) = \frac{1}{2\pi}\int\int_{-\infty}^{+\infty} e^{u(x-\lambda)\sqrt{-1}} f(\lambda)\, du\, d\lambda,$$

und diese letztere Formel wiederum hergeleitet aus der folgenden:

$$f(x) = \frac{1}{2\pi}\int\int_{-\infty}^{+\infty} f(\lambda) \cos[u(x-\lambda)]\, du\, d\lambda,$$

(Fourier, théorie de la chaleur, pag. 525), indem man bemerkt, dass

$$\int_{-\infty}^{+\infty} \sin[u(x-\lambda)]\, du = 0.$$

(44)

$$\vartheta = d_s^a \, e^{ux + vy + wz + st} \varrho\begin{pmatrix} u, v, w \\ \lambda, \mu, \nu \end{pmatrix},$$

wo $s$ eine der Wurzeln $s_1, s_2 \ldots s_r$ z. B. $s_\nu$ bezeichnet, und $a$ jede beliebige ganze Zahl, welche kleiner als $k_\nu$ ist, bezeichnen kann. Man hat nämlich alsdann für $s = s_\nu$:

$$S = 0, \; d_s S = 0, \; d_s^2 S = 0, \ldots \, d_s^{k_\nu - 1} S = 0.$$

Statt dieser verschiedenen, durch die Gleichungen (42) und (44) gegebenen Werthe von $\vartheta$ kann man auch die Summe aller dieser Ausdrücke, jede durch eine beliebige, von $x$, $y$, $z$, $t$ unabhängige Grösse multiplicirt oder dividirt, setzen, und man erhält folglich allgemeiner:

(45)

$$\vartheta = \mathcal{E} \frac{e^{ux + vy + wz + st}}{[(S)]_s} \varrho\begin{pmatrix} u, v, w \\ \lambda, \mu, \nu \end{pmatrix}{}^{*)},$$

oder noch allgemeiner, wenn man successive $u, v, w$ alle Werthe zwischen $-\infty$ und $+\infty$ giebt, und die entsprechenden Werthe von $\vartheta$ addirt:

(46)

$$\vartheta = \int\!\!\int\!\!\int_{-\infty}^{+\infty} \mathcal{E} \frac{e^{ux + vy + wz + st}}{[(S)]_s} \varrho\begin{pmatrix} u, v, w \\ \lambda, \mu, \nu \end{pmatrix} du\, dv\, dw.$$

Differentiirt man diese Gleichung in Bezug auf $t$ und setzt dann $t = 0$, so erhält man:

(47)

$$\vartheta = 0, \; d_t \vartheta = 0, \; d_t^2 \vartheta = 0 \ldots\ldots$$

$$d_t^{2n-1} \vartheta = \int\!\!\int\!\!\int_{-\infty}^{+\infty} e^{ux + vy + wz} \varrho\begin{pmatrix} u, v, w \\ \lambda, \mu, \nu \end{pmatrix} du\, dv\, dw,$$

---

*) Man hat nämlich (Moigno Lecons de calcul differentiel pag. 490):

$$\mathcal{E} \frac{f(s)}{[(s-s_1)^{k_1} (s-s_2)^{k_2} \ldots (s-s_r)^{k_r}]} =$$

$$= \sum_1^{2n} {}_\nu \, \mathcal{E} \frac{f(s)}{(s-s_1)^{k_1} (s-s_2)^{k_2} \ldots (s-s_{\nu-1})^{k_{\nu-1}} (s-s_{\nu+1})^{k_{\nu+1}} \ldots (s-s_{2r})^{k_r} [(s-s_\nu)^{k_\nu} \ldots}$$

$$= \sum_1^{2n} {}_\nu \, d_{s_\nu}^{\nu-1} \left\{ \frac{f(s_\nu)}{(s_\nu - s_1)^{k_1} (s_\nu - s_2)^{k_2} \ldots (s_\nu - s_{\nu-1})^{k_{\nu-1}} (s_\nu - s_{\nu+1})^{k_{\nu+1}} \ldots (s_\nu - s_r)^{k_r} \ldots} \right.$$

(idem pag. 493).

weil, da S in Bezug auf s vom 2nten Grade ist, $\mathcal{E}\frac{s^m}{[(S)]_s} = 0$, wenn $m < 2n-1$ und $\mathcal{E}\frac{s^m}{[(S)]_s} = 1$, wenn $m = 2n-1$ *). Um den Gleichungen (38) Genüge zu leisten, braucht man folglich nur anzunehmen:

(48)

$$f\begin{pmatrix} x, y, z \\ \lambda, \mu, \nu \end{pmatrix} = \int\!\!\int\!\!\int_{-\infty}^{+\infty} e^{ux + vy + wz} \varrho\begin{pmatrix} u, v, w \\ \lambda, \mu, \nu \end{pmatrix} du\, dv\, dw$$

und, wenn man diesen Werth von $\omega$ mit dem durch die Gleichung (40) gegebenen vergleicht:

(49)

$$S\begin{pmatrix} u, v, w \\ \lambda, \mu, \nu \end{pmatrix} = \frac{1}{(2\pi\sqrt{-1})^3} e^{-u\lambda - v\mu - w\nu}$$

Setzt man diesen Werth in die Gleichung (46) hinein:

(50)

$$\vartheta = \frac{1}{(2\pi\sqrt{-1})^3} \int\!\!\int\!\!\int_{-\infty}^{+\infty} \mathcal{E}\frac{e^{u(x-\lambda) + v(y-\mu) + w(z-\nu) + st}}{[(S)]_s} du\, dv\, dw$$

und die Gleichung (41) giebt alsdann den folgenden Werth der principalen Function:

(51)

$$\omega = \int\!\!\int\!\!\int\!\!\int\!\!\int\!\!\int_{-\infty}^{+\infty} \mathcal{E}\frac{e^{u(x-\lambda) + v(y-\mu) + w(z-\nu) + st}}{[(S)]_s} \cdot \omega(\lambda, \mu, \nu) \frac{d\lambda\, du}{2\pi\sqrt{-1}} \frac{d\mu\, dv}{2\pi\sqrt{-1}} \frac{d\nu\, dw}{2\pi\sqrt{-1}}.$$

Wenn man hier $\frac{u}{\sqrt{-1}}$, $\frac{v}{\sqrt{-1}}$, $\frac{w}{\sqrt{-1}}$, $\lambda - x$, $\mu - y$, $\nu - z$ als rechtwinklige Coordinaten betrachtet, so kann man dadurch, dass man sie in Polarcoordinaten verändert, eine andere Form der principalen Function erhalten. Setzen wir nämlich:

(52)

$$u = h\cos p\sqrt{-1},\ v = h\sin p\cos q\sqrt{-1},\ w = h\sin p\sin q\sqrt{-1},$$
$$\lambda - x = \varrho\cos\Theta,\quad \mu - y = \varrho\sin\Theta\cos\tau,\quad \nu - z = \varrho\sin\Theta\sin\tau,$$

und der Kürze willen:

(53)

$$\cos\delta = \cos p\cos\Theta + \sin p\cos q\sin\Theta\cos\tau + \sin p\sin q\sin\Theta\sin\tau.$$

*) Moigno pag. 497.

so wird, wenn man die Formeln:

$$\iiint_{-\infty}^{+\infty} f(u,v,w)\,du\,dv\,dw = \tfrac{1}{2}\int_{-\infty}^{+\infty}\int_0^{2\pi}\int_0^{\pi} f(u,v,w)\,h^2 \sin p\,dp\,dq\,dh$$

und

$$\iiint_{-\infty}^{+\infty} f(\lambda-x, \mu-y, \nu-z)\,d\lambda\,d\mu\,d\nu =$$

$$= \tfrac{1}{2}\int_{-\infty}^{+\infty}\int_0^{2\pi}\int_0^{\pi} f(\lambda-x, \mu-y, \nu-z)\,\varrho^2 \sin\Theta\,d\Theta\,d\tau\,d\varrho$$

berücksichtigt, die principale Function (51) die folgende Form annehmen:

(54)

$$\omega = \tfrac{1}{2}\int_0^{2\pi}\int_0^{2\pi}\int_0^{\pi}\int_0^{\pi}\int_{-\infty}^{+\infty}\int_{-\infty}^{+\infty} \mathcal{E}\,\frac{\omega(\lambda,\mu,\nu)\,e^{st - h\varrho\cos\delta\sqrt{-1}}}{[F(h\cos p\sqrt{-1}, h\sin p\cos q\sqrt{-1}, h\sin p\sin q\sqrt{-1})]} \cdot h^2\varrho^2\,\frac{dh\,d\varrho}{2\pi}\cdot\frac{dp\,d\Theta}{2\pi}\cdot\frac{dq\,d\tau}{2\pi}$$

Man könnte auch diese Formel direct herleiten auf demselben Wege, wie wir die Formel (51) fanden, indem man nämlich statt der Formel (41) die folgende anwendet:

(55)

$$\omega(x,y,z) = \frac{1}{\pi^2}\iiint_{-\infty}^{+\infty}\frac{\varepsilon\,\omega(\lambda,\mu,\nu)\,d\lambda\,d\mu\,d\nu}{[\varepsilon^2+(\lambda-x)^2+(\mu-y)^2+(\nu-z)^2]^2},$$

wo $\varepsilon$ eine positive unendlich kleine Grösse bezeichnet *).

Der Werth der principalen Function $\omega$ kann folglich immer durch ein sechsfaches Integrale ausgedrückt werden. Für specielle Formen der characteristischen Determinante, so wie auch für besondere Initialwerthe von $d_t^{2n-1}\omega$ kann dieses sechsfache Integrale zu einem vierfachen oder doppelten Integrale reducirt oder sogar ohne Integralzeichen dargestellt werden.

Die verschiedenen speciellen Fälle, welche wir betrachten werden, sind folgende:

1) Wenn der Initialwerth von $d_t^{2n-1}\omega$, welchen wir durch $\omega(x,y,z)$ bezeichnet haben, eine Function von

*) Compte rendu Tome 13. pag. 9, 120—124.

$$ux + vy + wz,$$

oder von

$$x^2 + y^2 + z^2,$$

oder von

$$ax^2 + by^2 + cz^2 + 2dyz + 2exz + 2fxy,$$

oder nur im Allgemeinen eine Function von

$$x,\ y,\ z$$

ist.

2) Wenn die characteristische Determinante homogen in Bezug auf die Characteristiken $d_x$, $d_y$, $d_z$, $d_t$ ist oder nicht.

3) Wenn die characteristische Determinante eine Function von $d_t$ und von $d_x^2 + d_y^2 + d_z^2$, oder von $ad_x^2 + bd_y^2 + cd_z^2 + 2dd_yd_z + 2ed_xd_z + 2fd_xd_y$ ist. —

Weil man statt $\omega(x, y, z)$ successive die Initialwerthe der Geschwindigkeiten und die der Verschiebungen einsetzt, so bedeuten nämlich die ersten vier Fälle, dass diese Werthe dieselben verbleiben in einem Plan, oder einer Kugeloberfläche, oder Ellipsoideoberfläche, oder irgend einer anderen Fläche, d. h. dass die Wellenfläche ursprünglich plan oder sphärisch, oder ellipsoidisch, oder von irgend einer anderen Form wäre. Die zwei folgenden Fälle sind, wie wir späterhin sehen werden, die, wenn die Gleichung der Wellenfläche unabhängig von der Dauer einer Vibration ist, d. h. wenn keine Dispersion stattfindet, oder wo die Dispersion stattfindet. Die zwei letzten Fälle sind die, wenn der Körper, in dem die Lichtwellen sich fortpflanzen, so beschaffen ist, dass die Fortpflanzungsgeschwindigkeiten gleich sind in jedem Punkte einer Kugel- oder Ellipsoidenfläche.

Wenn die gegebene characteristische Gleichung homogen wäre, so dass folglich, falls man setzte:

(56)

$$s = h\omega\sqrt{-1}$$

man erhalten würde:

(57)

$$S = F(h\cos p\sqrt{-1},\ h\sin p\cos q\sqrt{-1},\ h\sin p\sin q\sqrt{-1},\ s) =$$
$$= (h\sqrt{-1})^{2n} F(\cos p,\ \sin p\cos q,\ \sin p\sin q,\ \omega),$$

so würde man durch $2n-3$ mal wiederholte Differentiation der Gleichung (54) in Bezug auf t finden:

(58)

$$d_t^{2n-3}\omega = \frac{1}{4}\mathcal{E}\int_0^{2\pi}\int_0^{2\pi}\int_0^{\pi}\int_0^{\pi}\int_{-\infty}^{+\infty}\int_{-\infty}^{+\infty}\frac{s^{2n-3}\,.\,\omega(\lambda,\mu,\nu)\,.\,e^{st-h\varrho\cos\delta\sqrt{-1}}}{\left[(h\sqrt{-1})^{2n}F(\cos p,\sin p\cos q,\sin p\sin q,\omega)\right]_{h\omega\sqrt{-1}}}\,.\,h^2\varrho^2\sin p\sin\Theta\,\frac{dh\,d\varrho}{2\pi}\,.\,\frac{dp\,d\Theta}{2\pi}\,.\,\frac{dq\,d\tau}{2\pi}$$

Man hat aber:

(59)

$$\mathcal{E}\frac{s^m e^{st}}{[S]_s} = \mathcal{E}\frac{s^m e^{st} d_\omega s}{[S]_\omega}\ *),$$

folglich:

(60)

$$d_t^{2n-3}\omega = -\frac{1}{4}\mathcal{E}\int_0^{2\pi}\int_0^{2\pi}\int_0^{\pi}\int_0^{\pi}\int_{-\infty}^{+\infty}\int_{-\infty}^{+\infty}\frac{e^{h(\omega t-\varrho\cos\delta)\sqrt{-1}}\,.\,\omega^{2n-3}\omega(\lambda,\mu,\nu)}{\left[F(\cos p,\sin p\cos q,\sin p\sin q,\omega)\right]_\omega}\,.\,\varrho^2\sin p\sin\Theta\,\frac{dh\,d\varrho}{2\pi}\,.\,\frac{dp\,d\Theta}{2\pi}\,.\,\frac{dq\,d\tau}{2\pi}$$

Nun ist aber in Folge der Formel Fourier's **):

(61)

$$f(r) = \int_{-\infty}^{+\infty}\int_{-\infty}^{+\infty} f(\varrho)\,e^{k(r-\varrho)\sqrt{-1}}\,\frac{dk\,d\varrho}{2\pi},$$

folglich, wenn man der Kürze willen setzt:

(62)

$$\lambda' = x + \frac{\omega t}{\cos\delta}\cos\Theta$$

$$\mu' = y + \frac{\omega t}{\cos\delta}\sin\Theta\cos\tau$$

$$\nu' = z + \frac{\omega t}{\cos\delta}\sin\Theta\sin\tau$$

$$h\cos\delta = k$$

$$+\,dh\sqrt{\cos^2\delta} = dk,$$

damit die Integration in Bezug auf h und k dieselbe bleiben soll wenn $\cos\delta$ das Zeichen ändert:

---

*) Cauchy Ex. de Math. Tome I. pag. 171.

**) S. die Anmerkung pag. 105.

(63)

$$\int_{-\infty}^{+\infty}\int_{-\infty}^{+\infty} \varrho^2 \omega(\lambda,\mu,\nu)\, e^{k\left(\frac{\omega t}{\cos\delta}-\varrho\right)\sqrt{-1}}\, dk\, d\varrho = 2\pi \frac{\omega^2 t^2}{\cos^2\delta}\, \omega(\lambda',\mu',\nu').$$

Substituirt man diesen Werth in der Gleichung (60), so erhält man:

(64)

$$\omega = -\frac{d_t^{2n-3}}{s^4 \pi^2}\, \mathcal{E} \int_0^{2\pi}\int_0^{2\pi}\int_0^{\pi}\int_0^{\pi} \frac{\omega^{2n-1}\omega(\lambda',\mu',\nu')\,.\,t^2 \sin p \sin\Theta\, dp\, d\Theta\, dq\, dr}{\cos^2\delta\sqrt{\cos^2\delta}\,[F(\cos p, \sin p\cos q, \sin p \sin q, \omega)]_\omega}$$

Die principale Function kann folglich im Allgemeinen, wenn die characteristische Determinante homogen ist, auf ein vierfaches Integrale reducirt werden.

Es sei jetzt der Initialwerth von $d_t^{2n-1}\omega = \omega(x,y,z)$ nur abhängig von einer linearen Function der Variabeln $x, y, z$, so dass:

(65)

$$\omega(x,y,z) = \Pi(ux + vy + wz),$$

oder, wenn man um abzukürzen setzt:

(66)

$$\varsigma = ux + vy + wz,$$

$$\omega(x,y,z) = \Pi(\varsigma).$$

Man kann alsdann, wie bekannt, immer die Function $\Pi(\varsigma)$ in eine Reihe entwickeln, welche aus einer endlichen oder unendlichen Anzahl Glieder der Form $\Theta e^{m\varsigma}$ besteht, wo $\Theta$ constant ist und $m$ reell oder imaginär sein kann *), so dass folglich:

(67)

$$\Pi(\varsigma) = \Sigma\Theta e^{m_\nu \varsigma},$$

wo das Zeichen $\Sigma$ sich auf die verschiedenen Werthe von $m_\nu$ bezieht. Der diesem Werthe von $\omega(x,y,z)$ entsprechende Werth der principalen Function $\omega$ wird alsdann die Summe sein der jedem Gliede der Reihe (67) entsprechenden principalen Functionen. Bezeichnet man folglich durch

$$\Pi_\nu(\varsigma) = \Theta e^{m_\nu \varsigma},$$

ein Glied der Reihe (67) und durch $\omega_\nu$ die diesem Initialwerthe entsprechende principale Function, so wird:

---

*) Cauchy Ex. de Math. Tome II. pag. 112.

(68)

$$\omega = \Sigma \omega_\nu.$$

Nun ist aber klar, dass man der Gleichung:

$$\nabla \omega_\nu = F(d_x, d_y, d_z, d_t)\,\omega_\nu = 0$$

durch den Werth:

$$\omega_\nu = \Theta e^{m_\nu \varsigma + st}$$

genüget, wo s eine Wurzel der Gleichung:

$$F(m_\nu u, m_\nu v, m_\nu w, s) = 0$$

und folglich eine Function von $m_\nu$

$$s = f(m_\nu)$$

ist, und

$$\omega_\nu = \Theta e^{m_\nu \varsigma + t f(m_\nu)} = F(m_\nu).$$

Nun ist aber nach der Formel Fourier's

(61)

$$F(m_\nu) = \frac{1}{2\pi\sqrt{-1}} \int_{-\infty}^{+\infty} \int_{-\infty}^{+\infty} e^{k(m_\nu - h')} F(h')\, dh'\, dk,$$

folglich

$$\omega_\nu = \frac{1}{2\pi\sqrt{-1}} \int_{-\infty}^{+\infty} \int_{-\infty}^{+\infty} e^{k(m_\nu - h')} . \Theta e^{h'\varsigma + t f(h')} dh'\, dk$$

$$= \frac{1}{2\pi\sqrt{-1}} \int_{-\infty}^{+\infty} \int_{-\infty}^{+\infty} e^{h'(\varsigma - k) + t f(h')} . \Pi_\nu(k)\, dh'\, dk$$

oder, wenn man $h' = h\sqrt{-1}$ setzt, und durch s eine Wurzel der Gleichung

$$F(hu\sqrt{-1}, hv\sqrt{-1}, hw\sqrt{-1}, s) = 0$$

bezeichnet:

$$\omega_\nu = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} \int_{-\infty}^{+\infty} e^{st + h(\varsigma - k)\sqrt{-1}} \Pi_\nu(k)\, dh\, dk,$$

folglich allgemeiner:

(69)

$$\omega_\nu = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} \int_{-\infty}^{+\infty} \mathcal{E} \frac{e^{st + h(\varsigma - h)\sqrt{-1}} \Pi_\nu k\, dh\, dk}{[F(hu\sqrt{-1}, hv\sqrt{-1}, hw\sqrt{-1}, s)]_s}.$$

Substituirt man diesen Werth in die Gleichung (68), so erhält man:

$$\omega = \frac{1}{2\pi}\int_{-\infty}^{+\infty}\int_{-\infty}^{+\infty} \mathcal{E}\, \frac{e^{st + h(\varsigma - k)\sqrt{-1}}\, dh\, dk\, \Sigma\Pi_\nu(k)}{[F(hu\sqrt{-1}, hv\sqrt{-1}, hw\sqrt{-1}, s)]_s}$$

oder weil:

$$\Sigma\Pi_\nu(k) = \Pi(k)$$

(70)

$$\omega = \frac{1}{2\pi}\int_{-\infty}^{+\infty}\int_{-\infty}^{+\infty} \mathcal{E}\, \frac{e^{st + h(\varsigma - k)\sqrt{-1}}\, \Pi(k)\, dh\, dk}{[F(hu\sqrt{-1}, hv\sqrt{-1}, hw\sqrt{-1}, s)]_s}.$$

Wäre noch dazu die characteristische Determinante $\nabla = 0$ homogen, so erhält man, wenn man setzt

$$s = .\, h\varphi\sqrt{-1}$$

aus der Formel (70), wenn man die Formel (59) berücksichtigt:

$$\omega = \frac{1}{2\pi}\int_{-\infty}^{+\infty}\int_{-\infty}^{+\infty} \mathcal{E}\, \frac{e^{h(\varsigma + \varphi t - k)\sqrt{-1}}\, \Pi(k)\, dh\, dk}{(h\sqrt{-1})^{2n-1}\,[F(u,v,w,\varphi)]_\varphi},$$

und wenn man $2n-1$ mal in Bezug auf t differentiirt:

(71)

$$d_t^{2n-1}\omega = \frac{1}{2\pi}\int_{-\infty}^{+\infty}\int_{-\infty}^{+\infty} \mathcal{E}\, \frac{\varphi^{2n-1}\, e^{h(\varsigma + \varphi t - k)\sqrt{-1}}\, \Pi(k)\, dh\, dk}{[F(u,v,w,\varphi)]_\varphi}.$$

Nun ist aber nach der Formel Fourier's:

(61)

$$\frac{1}{2\pi}\int_{-\infty}^{+\infty}\int_{-\infty}^{+\infty} e^{h(\varsigma + \varphi t - k)\sqrt{-1}}\, \Pi(k)\, dh\, dk = \Pi(\varsigma + \varphi t),$$

folglich giebt die Gleichung (71):

(72)

$$d_t^{2n-1}\omega = \mathcal{E}\, \frac{\varphi^{2n-1}\, \Pi(\varsigma + \varphi t)}{[F(u,v,w,\varphi)]_\varphi},$$

und wenn man $2n-1$ mal in Bezug auf t integrirt und s statt $\varphi$ setzt:

(73)

$$\omega = d_t^{1-2n}\, \mathcal{E}\, \frac{s^{2n-1}\, \Pi(\varsigma + st)}{[F(u,v,w,s)]_s}.$$

Es sei jetzt der Initialwerth von $d_t^{2n-1}\omega = \omega(x,y,z)$ abhängig von einer ganzen homogenen Function zweiter Ordnung von $x, y, z$, so dass, wenn:

(74)

$$r = (ax^2 + by^2 + cz^2 + 2dyz + 2exz + 2fxy)^{\frac{1}{2}}$$

(75)

$$\omega(x,y,z) = \Pi(\mathfrak{r}) = \Pi(-\mathfrak{r}).$$

Dieser Initialwerth kann als eine Summe unendlich vieler Gl
deren jedes eine lineäre Function von $x$, $y$, $z$ ist, angesehen w
Um dieses zu entwickeln, gehen wir von folgender, von Ca
gegebenen Formel aus: *)

(76)

$$\int_0^{2\pi}\int_0^{\pi} \mathfrak{f}\left(\frac{\varsigma'}{\tau}\right)\frac{\sin p\, dp\, dq}{\tau^3} = \frac{2\pi}{\Theta}\int_0^{\pi} \mathfrak{f}(\mathfrak{r}\cos p)\sin p\, dp,$$

wo $\mathfrak{f}(x)$ eine beliebige Function von $x$ bedeutet, und wo ma

(77)

$$\mathfrak{u} = \cos p,\quad \mathfrak{v} = \sin p\cos q,\quad \mathfrak{w} = \sin p\sin q$$

$$\varsigma' = \mathfrak{u}x + \mathfrak{v}y + \mathfrak{w}z$$

$$\tau = (a\mathfrak{u}^2 + b\mathfrak{v}^2 + c\mathfrak{w}^2 + 2d\mathfrak{v}\mathfrak{w} + 2e\mathfrak{u}\mathfrak{w} + 2f\mathfrak{u}\mathfrak{v})^{\frac{1}{2}}$$

$$\Theta = (abc - ad^2 - be^2 - cf^2 - 2def)^{\frac{1}{2}}$$

$$\mathfrak{r} = (\mathfrak{a}x^2 + \mathfrak{b}y^2 + \mathfrak{c}z^2 + 2\mathfrak{d}yz + 2\mathfrak{e}xz + 2\mathfrak{f}xy)^{\frac{1}{2}}$$

wo $a$, $b$, $c$, $d$, $e$, $f$, $x$, $y$, $z$ reelle Constanten bezeichnen, und $\mathfrak{a}$,
$\mathfrak{d}$, $\mathfrak{e}$, $\mathfrak{f}$ so bestimmt sind, dass, wenn man setzt:

(78)

$$aX + fY + eZ = X',$$
$$fX + bY + dZ = Y',$$
$$eX + dY + cZ = Z',$$

man erhält:

(79)

$$X = \mathfrak{a}X' + \mathfrak{f}Y' + \mathfrak{e}Z',$$
$$Y = \mathfrak{f}X' + \mathfrak{b}Y' + \mathfrak{d}Z',$$
$$Z = \mathfrak{e}X' + \mathfrak{d}Y' + \mathfrak{c}Z',$$

und folglich:

(80)

$$\mathfrak{a} = \frac{cb - d^2}{\Theta^2},\quad \mathfrak{b} = \frac{ac - e^2}{\Theta^2},\quad \mathfrak{c} = \frac{ab - f^2}{\Theta^2},$$

$$\mathfrak{d} = \frac{ef - ad}{\Theta^2},\quad \mathfrak{e} = \frac{fd - be}{\Theta^2},\quad \mathfrak{f} = \frac{de - cf}{\Theta^2}. \text{ —}$$

Setzt man jetzt in der Gleichung (76) $\mathfrak{f}(x) = d_x\mathfrak{F}(x) = \mathfrak{F}'$
und führt die Integration rechter Seite aus, so erhält man:

(81)

$$\frac{\mathfrak{F}(\mathfrak{r}) - \mathfrak{F}(-\mathfrak{r})}{\mathfrak{r}} = \frac{\Theta}{2\pi}\int_0^{2\pi}\int_0^{\pi}\mathfrak{F}'\left(\frac{\varsigma'}{\tau}\right)\frac{\sin p\, dp\, dq}{\tau^3}.$$

---

*) Cauchy Ex. de Math. Tome V.

Bemerkt man ferner, dass in Folge der Gleichungen (80)

(82)

$$\Theta = (abc - ad^2 - be^2 - cf^2 + 2def)^{\frac{1}{2}} = (\mathfrak{abc} - \mathfrak{ad}^2 - \mathfrak{be}^2 - \mathfrak{cf}^2 + 2\mathfrak{def})^{-\frac{1}{2}}$$

und wenn man der Kürze willen setzt:

(83)

$$T = (\mathfrak{abc} - \mathfrak{ad}^2 - \mathfrak{be}^2 - \mathfrak{cf}^2 + 2\mathfrak{def})^{\frac{1}{2}}$$

$$\frac{\varsigma'}{\tau} = \frac{\mathfrak{u}}{\tau}x + \frac{\mathfrak{v}}{\tau}y + \frac{\mathfrak{w}}{\tau}z = \varsigma'',$$

so kann die Gleichung (81) auf folgende Weise geschrieben werden:

(84)

$$\frac{\mathfrak{F}(r) - \mathfrak{F}(-r)}{r} = \frac{1}{2\pi T}\int_0^{2\pi}\int_0^{\pi} \mathfrak{F}'(\varsigma'')\frac{\sin p\, dp\, dq}{\tau^3}.$$

Setzt man jetzt

(85)

$$\frac{\mathfrak{F}(s)}{s} = \Pi(s),$$

und bemerkt, dass $\Pi(r) = \Pi(-r)$, folglich $\mathfrak{F}(r) = -\mathfrak{F}(r)$, so wird:

(86)

$$\Pi(r) = \frac{1}{2\pi T}\int_0^{2\pi}\int_0^{\pi} \mathfrak{F}(\varsigma'')\frac{\sin p\, dp\, dq}{\tau^3}.$$

Der Initialwerth $\Pi(r)$ kann folglich als eine Summe unendlich vieler Glieder angesehen werden, deren jedes eine lineäre Function von $x, y, z$ ist, nämlich von

(83)

$$\varsigma'' = \frac{\mathfrak{u}}{\tau}x + \frac{\mathfrak{v}}{\tau}y + \frac{\mathfrak{w}}{\tau}z.$$

Bezeichnet man folglich durch $\omega_,$ die zum Initialwerthe $d_t^{2n-1}\omega_, = \mathfrak{F}(\varsigma'')$ gehörige principale Function, so wird

(84)

$$\omega = \frac{1}{4\pi T}\int_0^{2\pi}\int_0^{\pi}\frac{\omega_, \sin p\, dp\, dq}{\tau^3}.$$

Nun ist aber wegen der Formel (70)

(85)

$$\omega_, = \frac{1}{2\pi}\int_{-\infty}^{+\infty}\int_{-\infty}^{+\infty}\mathcal{E}\frac{e^{st + h(\varsigma'' - k)\sqrt{-1}}\,.\,\mathfrak{F}'(k)\,dh\,dk}{\left[\mathfrak{F}\left(\frac{h\mathfrak{u}\sqrt{-1}}{\tau}, \frac{h\mathfrak{v}\sqrt{-1}}{\tau}, \frac{h\mathfrak{w}\sqrt{-1}}{\tau}, s\right)\right]_s}$$

oder wenn die characteristische Gleichung homogen ist, in Folge der Formel (73)

(86)

$$\omega_{,} = d_t^{1-2n}\,\mathcal{E}\,\frac{s^{2n-1}\,\mathfrak{F}'(\varsigma''+st)}{\left[F\left(\frac{u}{\tau},\frac{v}{\tau},\frac{w}{\tau},s\right)\right]_s}.$$

Folglich wird, wenn die characteristische Gleichung nicht homogen ist,

(87)

$$\omega = \frac{1}{8\pi^2 T}\int_0^{2\pi}\int_0^{\pi}\int_{-\infty}^{+\infty}\int_{-\infty}^{+\infty}\mathcal{E}\,\frac{e^{st+h(\varsigma''-k)\sqrt{-1}}\,\mathfrak{F}'(k)\sin p\,dh\,dk\,dp\,dq}{\tau^3\left[F\left(\frac{hu\sqrt{-1}}{\tau},\frac{hv\sqrt{-1}}{\tau},\frac{hw\sqrt{-1}}{\tau},s\right)\right]_s}$$

und wenn sie homogen ist:

(88)

$$\omega = \frac{d_t^{1-2n}}{4\pi T}\int_0^{2\pi}\int_0^{\pi}\mathcal{E}\,\frac{s^{2n-1}\,\mathfrak{F}'(\varsigma''+st)\sin p\,dp\,dq}{\tau^3\left[F\left(\frac{u}{\tau},\frac{v}{\tau},\frac{w}{\tau},s\right)\right]_s}.$$

Die letzte Gleichung kann man unter eine andere Form bringen, wenn man berücksichtigt, dass:

$$s\,\mathfrak{F}'(\varsigma''+st) = d_t\,\mathfrak{F}(\varsigma''+st) = d_t[(\varsigma''+st)\,\Pi(\varsigma''+st)]$$

und

$$\tau F\left(\frac{u}{\tau},\frac{v}{\tau},\frac{w}{\tau},s\right) = F(u,v,w,\varrho),$$

wo:

$$\varrho = s\tau.$$

Man erhält dann:

$$\omega = \frac{d_t^{2-2n}}{4\pi T}\int_0^{2\pi}\int_0^{\pi}\frac{\varrho^{2n-2}(\varsigma'+\varrho t)\,\Pi\left(\frac{\varsigma'+\varrho t}{\tau}\right)\sin p\,dp\,dq}{\tau^2\,[F(u,v,w,\varrho)]_\varrho}$$

und wenn man bemerkt, dass:*)

$$\mathcal{E}\,\frac{\varphi(\varrho)}{[F]_\varrho} = \mathcal{E}\,\frac{\varphi(\varrho)\,d_\varrho s}{[F]_\varrho} = \mathcal{E}\,\frac{\varphi(\varrho)}{\tau\,[F]_\varrho}.$$

so erhält man, wenn man $s$ statt $\varrho$ setzt,

(89)

$$\omega = \frac{d_t^{2-2n}}{4\pi T}\int_0^{2\pi}\int_0^{\pi}\frac{s^{2n-2}(\varsigma'+st)\,\Pi\left(\frac{\varsigma'+st}{\tau}\right)\sin p\,dp\,dq}{\tau^3\,[F(u,v,w,s)]_s}.$$

*) Cauchy Ex. de Math. Tome I. pag. 171.

Wäre endlich der Initialwerth von $d_t^{2n-1}\omega = \omega(x, y, z)$ eine Function der Grösse:

$$\varrho^2 = x^2 + y^2 + z^2,$$

so braucht man nur in den vorhergehenden Formeln zu setzen:

$$\mathfrak{a} = \mathfrak{b} = \mathfrak{c} = 1, \quad \mathfrak{d} = \mathfrak{e} = \mathfrak{f} = 0,$$

folglich:

$$a = b = c = 1, \quad d = e = f = 0,$$

$$\tau^2 = 1, \qquad T = 1,$$

und man erhält folglich, wenn die characteristische Gleichung nicht homogen ist:

(90)

$$\omega = \frac{1}{8\pi^2}\int_0^{2\pi}\int_0^{\pi}\int_{-\infty}^{+\infty}\int_{-\infty}^{+\infty} \mathcal{E}\frac{e^{st + h(\varsigma' - k)\sqrt{-1}}\,\mathfrak{F}'(k)\sin p\, dh\, dk\, dp\, dq}{[F(h\mathfrak{u}\sqrt{-1}, h\mathfrak{v}\sqrt{-1}, h\mathfrak{w}\sqrt{-1}, s)]_s}$$

und wenn die characteristische Gleichung homogen ist:

(91)

$$\omega = \frac{d_t^{2-2n}}{4\pi}\int_0^{2\pi}\int_0^{\pi} \mathcal{E}\frac{s^{2n-2}(\varsigma' + st)\,\Pi(\varsigma' + st)\sin p\, dp\, dq}{[F(\mathfrak{u}, \mathfrak{v}, \mathfrak{w}, s)]_s}$$

Wäre in der characteristischen Determinante der erste Theil eine Function von $d_t$ und $a d_x^2 + b d_y^2 + c d_z^2 + 2d\, d_y d_z + 2e\, d_x d_z + 2f\, d_x d_y$, so würden $F\left(\frac{\mathfrak{u}}{\tau}, \frac{\mathfrak{v}}{\tau}, \frac{\mathfrak{w}}{\tau}, s\right)$ und $F\left(\frac{h\mathfrak{u}\sqrt{-1}}{\tau}, \frac{h\mathfrak{v}\sqrt{-1}}{\tau}, \frac{h\mathfrak{w}\sqrt{-1}}{\tau}, s\right)$ unabhängig von $\mathfrak{u}, \mathfrak{v}, \mathfrak{w}$ werden, weil

(77)

$$a\mathfrak{u}^2 + b\mathfrak{v}^2 + c\mathfrak{w}^2 + 2d\mathfrak{v}\mathfrak{w} + 2e\mathfrak{u}\mathfrak{w} + 2f\mathfrak{u}\mathfrak{v} = \tau^2,$$

und die Gleichungen (87) und (88) würden alsdann in Folge der Formel (84) die folgenden Formen annehmen:

(92)

$$\omega = \frac{1}{2\pi}\int_{-\infty}^{+\infty}\int_{-\infty}^{+\infty} \mathcal{E}\frac{\mathfrak{F}'(k)\, e^{st - hk\sqrt{-1}}\sin hr\, .\, dh\, dk}{hr\left[F\left(\frac{h\mathfrak{u}\sqrt{-1}}{\tau}, \frac{h\mathfrak{v}\sqrt{-1}}{\tau}, \frac{h\mathfrak{w}\sqrt{-1}}{\tau}, s\right)\right]_s}$$

(93)

$$\omega = d_t^{1-2n}\,\mathcal{E}\frac{s^{2n-1}\left[\left(r + \frac{st}{\tau}\right)\Pi\left(r + \frac{st}{\tau}\right) + \left(r - \frac{st}{\tau}\right)\Pi\left(r - \frac{st}{\tau}\right)\right]}{2r[F(\mathfrak{u}, \mathfrak{v}, \mathfrak{w}, s)]_s}$$

Ebenso werden die Gleichungen (90) und (91), wenn der erste Theil der characteristischen Determinante eine Function von $d_t$ und $d_x^2 + d_y^2 + d_z^2$ ist, die Form annehmen:

(94)

$$\omega = \frac{1}{2\pi}\int_{-\infty}^{+\infty}\int_{-\infty}^{+\infty} \mathcal{E} \frac{\mathfrak{F}'(k)\, e^{st - hk\sqrt{-1}} \sin h\varrho\, dh\, dk}{h\varrho [F(hu\sqrt{-1}, hv\sqrt{-1}, hw\sqrt{-1}, s)]_s},$$

(95)

$$\omega = d_t^{1-2n} \mathcal{E} \frac{s^{2n-1}[(\varrho + st)\,\Pi(\varrho + st) + (\varrho - st)\,\Pi(\varrho - st)]}{2\varrho [F(u, v, w, s)]_s}. -$$

## §. 7. Von der Wellenfläche und von der characteristischen Fläche*).

Wenn man in der characteristischen Gleichung $\nabla = F(d_x, d_y, d_z, d_t)$ statt der partiellen Differentialen verschiedener Ordnung in Bezug auf $x, y, z$ und $t$ die entsprechenden Potenzen derselben Variabeln setzt, so wird die hierdurch hervorgebrachte Gleichung

(96)

$$F(x, y, z, t) = 0$$

die einer Fläche sein, welche man die characteristische Fläche nennt. —

Die Werthe der unendlich kleinen Verschiebungen der Molekülen, welche durch die Gleichungen (30) und (35) gegeben sind, können verschwinden für verschiedene Werthe der Absolut-Variabeln $x, y, z, t$; diese Werthe sind von einer Gleichung abhängig, und die Fläche, welche diese Gleichung darstellt, und in welcher folglich keine Verschiebung zur Zeit $t$ stattfindet, wird die Wellenfläche genannt. Wir werden sie durch die Gleichung:

(97)

$$\mathfrak{F}(x, y, z, t) = 0$$

darstellen. —

Die Gleichungen (35) geben die folgenden Werthe von $\xi$:

(98)

$$\xi = L \int\!\!\int\!\!\int\!\!\int\!\!\int\!\!\int_{-\infty}^{+\infty} \mathcal{E} \frac{e^{ux+vy+wz+st}}{[F(u,v,w,s)]_s} \cdot e^{-u\lambda - v\mu - w\nu} \cdot \frac{du\, d\lambda}{2\pi\sqrt{-1}} \cdot \frac{dv\, d\mu}{2\pi\sqrt{-1}} \cdot \frac{dw\, d\nu}{2\pi\sqrt{-1}} \cdot [\Phi(\lambda,\mu,\nu) + s\varphi(\lambda,\mu,\nu)] +$$

$$+ R \int\!\!\int\!\!\int\!\!\int\!\!\int\!\!\int_{-\infty}^{+\infty} \mathcal{E} \frac{e^{ux+vy+wz+st}}{[F(u,v,w,s)]_s} \cdot e^{-u\lambda - v\mu - w\nu} \cdot \frac{du\, d\lambda}{2\pi\sqrt{-1}} \cdot \frac{dv\, d\mu}{2\pi\sqrt{-1}} \cdot \frac{dw\, d\nu}{2\pi\sqrt{-1}} \cdot [X(\lambda,\mu,\nu) + s\chi(\lambda,\mu,\nu)] +$$

+ u. s. w.

*) Cauchy Ex. d'An et de Ph. Math. Tome II. pag. 99—108. und

und ähnliche Werthe der übrigen Variabeln $\upsilon, \zeta, \xi', \upsilon', \zeta'$. — Damit diese Werthe nun Null werden sollen, ist nothwendig und hinreichend, dass:

(99)

$$ux + vy + wz + st = 0$$

für jeden Werth von s, welchem die Gleichung:

$$F(u, v, w, s) = 0$$

entspricht, weil man alsdann hat unter den Integralzeichen:

$$\mathcal{E}\frac{\text{Const.}}{[F(u, v, w, s)]_s} = 0.$$

Die Gleichung (99) stellt einen Plan vor, welcher für verschiedene Werthe von u, v, w verschiedene Stellungen einnimmt, und in diesem Plan finden folglich keine Verschiebungen statt. Die Enveloppe von allen diesen Plänen wird folglich die Wellenfläche sein. Um die Gleichung dieser Enveloppe zu erhalten, muss man u, v, w eliminiren aus den Gleichungen: *)

(100)

$$ux + vy + wz + st = 0,$$
$$x + td_u s = 0,$$
$$y + td_v s = 0,$$
$$z + td_w s = 0.$$

Die beiden letzten Gleichungen geben:

$$\frac{x}{y} = \frac{d_u s}{d_v s},$$

und wenn man durch $s_1, s_2, s_3 \ldots s_{2n}$ die verschiedenen Wurzeln der Gleichung:

$$F(u, v, w, s) = 0$$

bezeichnet:

$$\frac{x}{y} = \frac{d_u s_1}{d_v s_1} = \frac{d_u s_2}{d_v s_2} = \frac{d_u s_3}{d_v s_3} = \ldots = \frac{d_u s_{2n}}{d_v s_{2n}} =$$

$$= \frac{d_u(s_1 + s_2 + s_3 + \ldots + s_{2n})}{d_v(s_1 + s_2 + s_3 + \ldots + s_{2n})} = \frac{d_u(s_1 s_2 + s_1 s_3 + \ldots + s_1 s_{2n} + s_2 s_3 + \ldots)}{d_v(s_1 s_2 + s_1 s_3 + \ldots + s_1 s_{2n} + s_2 s_3 + \ldots)} =$$

$$= \frac{d_u(s_1 s_2 s_3 + \ldots\ldots)}{d_v(s_1 s_2 s_3 + \ldots\ldots)} = \text{u. s. w.}$$

und folglich

---

Compte rendu Tome XIII. pag. 1—16, 184—188, 189—197. Blanchet, Journal de Math. publié par Liouville, pag. 13—23, 23—35.

*) Moigno Leçons de calcul différentiel pag. 454.

(101)

$$\frac{x}{y} = \frac{d_u[F(u,v,w,s)]}{d_v[F(u,v,w,s)]}.$$

Ebenso findet man:

(102)

$$\frac{x}{z} = \frac{d_u[F(u,v,w,s)]}{d_w[F(u,v,w,s)]}.$$

Statt der letzten drei Gleichungen (100) kann man folglich setzen:

$$\frac{x}{d_u F(u,v,w,s)} = \frac{y}{d_v F(u,v,w,s)} = \frac{z}{d_w F(u,v,w,s)},$$

und man erhält folglich die Gleichung der Wellenfläche (97), wenn man $u, v, w$ aus den folgenden Gleichungen eliminirt:

(103)

$$F(u,v,w,s) = 0,$$

$$ux + vy + wz + st = 0,$$

$$\frac{x}{d_u F(u,v,w,s)} = \frac{y}{d_v F(u,v,w,s)} = \frac{z}{d_w F(u,v,w,s)}.$$

Wenn die characteristische Fläche homogen wird, so wird $s$ zu selbiger Zeit wie $u, v, w$ aus den Gleichungen (103) wegeliminirt und die Gleichung der Wellenfläche wird folglich unabhängig von $s$, d. h. wie wir späterhin sehen werden, von der Schwingungsdauer werden. Man kann folglich in den Gleichungen (103) $s$ einen willkührlichen Werth geben, z. B. $= -t$ setzen, und wenn man dann durch $\mathfrak{x}, \mathfrak{y}, \mathfrak{z}$ die Coordinaten eines Punkts der characteristischen Fläche und durch $x, y, z$ die eines Punkts der Wellenfläche bezeichnet, so finden zwischen ihnen die folgenden Gleichungen statt:

(104)

$$F(\mathfrak{x},\mathfrak{y},\mathfrak{z},t) = 0,$$

$$\mathfrak{x}x + \mathfrak{y}y + \mathfrak{z}z - t^2 = 0,$$

$$\frac{x}{d_{\mathfrak{x}} F(\mathfrak{x},\mathfrak{y},\mathfrak{z},t)} = \frac{y}{d_{\mathfrak{y}} F(\mathfrak{x},\mathfrak{y},\mathfrak{z},t)} = \frac{z}{d_{\mathfrak{z}} F(\mathfrak{x},\mathfrak{y},\mathfrak{z},t)}.$$

Die erste dieser Gleichungen ist die der characteristischen Fläche, und wenn man durch

(97)

$$\mathfrak{F}(x,y,z,t) = 0$$

die Gleichung der Wellenfläche bezeichnet, so wird man folglich auch haben:

(105)

$$\frac{\mathfrak{x}}{d_x \mathfrak{F}(x,y,z,t)} = \frac{\mathfrak{y}}{d_y \mathfrak{F}(x,y,z,t)} = \frac{\mathfrak{z}}{d_z \mathfrak{F}(x,y,z,t)}.$$

Diese zwei Punkte ($\mathfrak{x}, \mathfrak{y}, \mathfrak{z}$) und ($x, y, z$), unter denen der eine in der characteristischen Fläche, der andere in der Wellenfläche gelegen ist, und welche durch die Gleichungen (104) und (105) mit einander verbunden sind, werden correspondirende Gleichungen dieser zwei Flächen genannt. Nennen wir $\varrho$ und $r$ die vom Anfangspunkte der Coordinaten zu den Punkten ($\mathfrak{x}, \mathfrak{y}, \mathfrak{z}$) und ($x, y, z$) gezogenen Radii vectores, und $\delta$ den Winkel, welchen sie unter einander bilden, so wird nach der zweiten der Gleichungen (104):

(106)

$$r\varrho\cos\delta = t^2.$$

Wenn die characteristische Determinante homogen ist, und man zieht am Ende der Zeit $t$ zwei Radii vectores zu zwei correspondirenden Punkten der characteristischen Fläche und der Wellenfläche, so wird das Product von einem mit der Projection des andern auf ihm gleich dem Quadrat der Zeit sein. In Folge der letzten der Gleichungen (104) und der Gleichung (105) wird der tangirende Plan durch die eine der zwei correspondirenden Punkte auf dem Radius vector des zweiten Punkts perpendiculär sein. Die Gleichung des tangirenden Plans zur characteristischen Fläche $F(\mathfrak{x}, \mathfrak{y}, \mathfrak{z}, t) = 0$ durch den Punkt ($\mathfrak{x}, \mathfrak{y}, \mathfrak{z}$) wird nämlich sein:

(107)

$$(\xi-\mathfrak{x})d_{\mathfrak{x}}F(\mathfrak{x},\mathfrak{y},\mathfrak{z},t) + (\upsilon-\mathfrak{y})d_{\mathfrak{y}}F(\mathfrak{x},\mathfrak{y},\mathfrak{z},t) + (\zeta-\mathfrak{z})d_{\mathfrak{z}}F(\mathfrak{x},\mathfrak{y},\mathfrak{z},t) = 0$$

und die Gleichung des Radius vector $r$:

$$\frac{\overline{\xi}-x}{x} = \frac{\overline{\upsilon}-y}{y} = \frac{\overline{\zeta}-z}{z}$$

und diese Gleichung kann in Folge der letzten der Gleichungen (104) so geschrieben werden:

$$\frac{\overline{\xi}-x}{d_{\mathfrak{x}}F(\mathfrak{x},\mathfrak{y},\mathfrak{z},t)} = \frac{\overline{\upsilon}-y}{d_{\mathfrak{y}}F(\mathfrak{x},\mathfrak{y},\mathfrak{z},t)} = \frac{\overline{\zeta}-z}{d_{\mathfrak{z}}F(\mathfrak{x},\mathfrak{y},\mathfrak{z},t)},$$

was eben die Gleichung einer auf dem Plane (107) perpendiculären Linie ist.

Um aus der homogenen characteristischen Fläche die Wellenfläche herzuleiten, oder umgekehrt, braucht man daher nur auf dem Radius vector zu einer Fläche das Verhältniss zwischen dem Quadrat der Zeit und diesem Radius vector abzusetzen, dann durch den Endpunkt ein auf dem Radius vector perpendiculärer Plan zu legen. Die zweite Oberfläche wird die sein, welche dieser Plan in seinen verschiedenen Stellungen immer tangirt. —

Man sieht hieraus, dass der Winkel $\delta$, welchen die zwei Radii vectores zu zwei correspondirenden Punkten in den beiden Flächen mit einander bilden, gleich ist dem Winkel, welchen jeder Radius vector mit der Normale zur entsprechenden Fläche bildet.

Weil $F(\mathfrak{x}, \mathfrak{y}, \mathfrak{z}, t)$ immer eine Function von $t^2$ ist, so hat man, wenn sie zugleich eine homogene Function ist,

$F(\mathfrak{x},\mathfrak{y},\mathfrak{z},t) = F(\mathfrak{x},\mathfrak{y},\mathfrak{z},-t) = F(-\mathfrak{x},-\mathfrak{y},-\mathfrak{z},t) = F(-\mathfrak{x},-\mathfrak{y},-\mathfrak{z},-t)$,

und folglich wegen der Gleichungen (104) auch:

$\mathfrak{F}(x,y,z,t) = \mathfrak{F}(x,y,z,-t) = \mathfrak{F}(-x,-y,-z,t) = \mathfrak{F}(-x,-y,-z,-t)$.

Jede gerade Linie, welche durch den Anfangspunkt der Coordinaten geführt wird, ist folglich ein Diameter beider Oberflächen, und der Anfangspunkt das Centrum derselben.

Wenn man nun ein System von Molekülen betrachtet, so ist die Gleichung

$$F(u, v, w, s) = 0$$

dritten Grades in Bezug auf $s^2$, und hat in Bezug auf $s^2$ lauter reelle Wurzeln. Sie ist nämlich hervorgegangen aus der Elimination von $\xi, \upsilon, \zeta$ aus den Gleichungen:

(108)

$$(\mathfrak{L} - s^2)\xi + \mathfrak{R}\upsilon + \mathfrak{Q}\zeta = 0,$$
$$\mathfrak{R}\xi + (\mathfrak{M} - s)\upsilon + \mathfrak{P}\zeta = 0,$$
$$\mathfrak{Q}\xi + \mathfrak{P}\upsilon + (\mathfrak{N} - s^2)\zeta = 0,$$

wo $\mathfrak{L}, \mathfrak{M}, \mathfrak{N}, \mathfrak{P}, \mathfrak{Q}, \mathfrak{R}$ die den characteristischen Functionen L, M, N, P, Q, R entsprechenden Werthe bezeichnen, wenn man in diesen statt $d_x$, $d_y$, $d_z$ die Grössen u, v, w setzt. Setzt man der Kürze willen:

$$\mathfrak{L}\xi + \mathfrak{R}\upsilon + \mathfrak{Q}\zeta = \mathfrak{E},$$
$$\mathfrak{R}\xi + \mathfrak{M}\upsilon + \mathfrak{P}\zeta = \mathfrak{F},$$
$$\mathfrak{Q}\xi + \mathfrak{P}\upsilon + \mathfrak{N}\zeta = \mathfrak{G},$$

so können die Gleichungen (108) so geschrieben werden:

$$\mathfrak{E} = \xi s^2, \quad \mathfrak{F} = \upsilon s^2, \quad \mathfrak{G} = \zeta s^2.$$

Bezeichnet man jetzt durch $s_1^2$, $s_2^2$, $s_3^2$ die drei Wurzeln der Gleichung $F(u, v, w, s) = 0$, durch $\xi_1$, $\xi_2$, $\xi_3$, $\upsilon_1$, $\upsilon_2$, $\upsilon_3$, $\zeta_1$, $\zeta_2$, $\zeta_3$ die entsprechenden Werthe von $\xi$, $\upsilon$, $\zeta$, und durch $\mathfrak{E}_1$, $\mathfrak{E}_2$, $\mathfrak{E}_3$, $\mathfrak{F}_1$, $\mathfrak{F}_2$, $\mathfrak{F}_3$, $\mathfrak{G}_1$, $\mathfrak{G}_2$, $\mathfrak{G}_3$ die entsprechenden Werthe von $\mathfrak{E}, \mathfrak{F}, \mathfrak{G}$, so erhält man:

(109)

$$\mathfrak{E}_1 = \xi_1 s_1^2; \quad \mathfrak{E}_2 = \xi_2 s_2^2; \quad \mathfrak{E}_3 = \xi_3 s_3^2,$$
$$\mathfrak{F}_1 = \upsilon_1 s_1^2; \quad \mathfrak{F}_2 = \upsilon_2 s_2^2; \quad \mathfrak{F}_3 = \upsilon_3 s_3^2,$$
$$\mathfrak{G}_1 = \zeta_1 s_1^2; \quad \mathfrak{G}_2 = \zeta_2 s_2^2; \quad \mathfrak{G}_3 = \zeta_3 s_3^2. -$$

Wäre einer der drei Werthe von $s^2$ imaginär, so muss, weil die Coefficienten der Gleichung $F(u, v, w, s) = 0$ reelle Functionen von $u, v, w$ sind, ein anderer Werth von $s^2$, z. B. $s_2^2$, dem erstern Werthe conjungirt sein. Dann müssen aber auch $\xi_1$ und $\xi_2$, $\upsilon_1$ und $\upsilon_2$, $\zeta_1$ und $\zeta_2$ conjungirte Ausdrücke sein, so dass:

$$\xi_1 = a + \alpha\sqrt{-1},\ \xi_2 = a - \alpha\sqrt{-1},$$
$$\upsilon_1 = b + \beta\sqrt{-1},\ \upsilon_2 = b - \beta\sqrt{-1},$$
$$\zeta_1 = c + \gamma\sqrt{-1},\ \zeta_2 = c - \gamma\sqrt{-1}.$$

Man erhält nun aber aus den Gleichungen (109):

$$\frac{\xi_2\mathfrak{E}_1 + \upsilon_2\mathfrak{F}_1 + \zeta_2\mathfrak{G}_1}{s_1^2} = \frac{\xi_1\mathfrak{E}_2 + \upsilon_1\mathfrak{F}_2 + \zeta_1\mathfrak{G}_2}{s_2^2} = \xi_1\xi_2 + \upsilon_1\upsilon_2 + \zeta_1\zeta_2.$$

In diesen Brüchen sind nun die Nenner ungleich, die Zähler aber gleich, nämlich jeder von beiden gleich:

$$\mathfrak{L}\xi_1\xi_2 + \mathfrak{M}\upsilon_1\upsilon_2 + \mathfrak{N}\zeta_1\zeta_2 + \mathfrak{P}(\upsilon_1\zeta_2 + \upsilon_2\zeta_1) + \mathfrak{Q}(\xi_1\zeta_2 + \xi_2\zeta_1) + \\ + \mathfrak{R}(\xi_1\upsilon_2 + \xi_2\upsilon_1).$$

Die Zähler müssen folglich gleich Null sein, und folglich auch

$$\xi_1\xi_2 + \upsilon_1\upsilon_2 + \zeta_1\zeta_2 = 0,$$

oder, wenn man die Werthe von $\xi_1$, $\xi_2$, $\upsilon_1$, $\upsilon_2$, $\zeta_1$, $\zeta_2$ substituirt,

$$a^2 + \alpha^2 + b^2 + \beta^2 + c^2 + \gamma^2 = 0,$$

was unmöglich ist. Die Gleichung $F(u, v, w, s) = 0$ hat folglich in Bezug auf $s^2$ drei reelle Wurzeln.

## §. 8. Reduction der einer homogenen characteristischen Gleichung entsprechenden principalen Function $\omega$, wenn die characterische Gleichung lauter reelle Wurzeln hat und der Anfangswerth von $d_t^{2n-1}\omega$ nur innerhalb einer sehr kleinen Kugelfläche merkbar ist*).

Es sei die characteristische Gleichung:

$$\nabla = F(d_x, d_y, d_z, d_t) = 0,$$

die in Bezug auf $d_t^2$ aufgelöst lauter reelle Wurzeln hat, und der Anfangswerth von

$$d_t^{2n-1}\omega = \Pi(r),$$

wo

$$r^2 = x^2 + y^2 + z^2$$

eine gerade Function von $r$, welche verschwindet ausserhalb der Grenzen:

$$r = +\varepsilon,\ r = -\varepsilon,$$

*) Compte rendu Tome XIII. pag. 397—412, 455—467, 487—497, 564—579, 1087—1095.

wo $\varepsilon$ eine sehr kleine Grösse bezeichnet. Man hat dann die Gleichung

(91)

$$\omega = \frac{d_t^{2-2n}}{4\pi}\int_0^{2\pi}\int_0^{\pi}\frac{\varepsilon^{2n-2}\cdot\varrho\cdot\Pi(\varrho)}{[F(u,v,w,s)]_s}\sin p\,dp\,dq$$

wo:

(110)

$$\varrho = ux + vy + wz + st$$

$$u = \cos p,\quad v = \sin p \cos q,\quad w = \sin p \sin q.$$

Denken wir uns jetzt um den Anfangspunkt der Coordinaten ei Kugelfläche beschrieben, deren Radius die Einheit ist, und nenn wir $b$ den durch die Polarcoordinaten p und q bestimmten Punl dieser Fläche, so wird der Ausdruck:

$$\sin p\,dp\,dq$$

das zum Punkte $b$ gehörige Element derselben vorstellen. Nenn wir dieses Element $\vartheta$ und bezeichnen durch $\Theta$ den Theil des Residuum

$$\mathcal{E}\frac{\varepsilon^{2n-2}\varrho\,\Pi(\varrho)}{[F(u,v,w,s)]_s},$$

welche den Polarcoordinaten p und q und einer bestimmten Wu zel $s^1$ der Gleichung:

$$F(u,v,w,s) = 0,$$

die nach der obigen Bedingung lauter reelle Wurzeln hat, entsprich Man hat dann:

(111)

$$\omega = \frac{d_t^{2n-2}}{4\pi}\Sigma\,\Theta\,.\,\vartheta,$$

wo das Zeichen $\Sigma$ sich auf alle Werthe von $\vartheta$ und s erstreckt.

Unter den verschiedenen Elementen der Kugelfläche $\vartheta, \vartheta', $ werden wir jetzt diejenigen aussuchen, welche denselben Werth von $\varrho$ entsprechen. Wenn man in der Gleichung:

(110)

$$\varrho = ux + vy + wz + st$$

$\varrho$ als constant und u, v, w als Variabeln ansieht, so wird die Gleichung einen Plan vorstellen, welcher perpendiculär auf de Radius vector $Ob$ ist. Wenn die Winkel p und q variiren, wi dieser Plan folglich auch seine Stellung ändern, so dass er imm eine Fläche:

(112)

$$\mathfrak{F}(x, y, z, t, \varrho) = 0$$

tangirt. Wir werden diese Fläche durch $LMN$ bezeichnen. Setzt man hier $\varrho = 0$, so wird:

$$\mathfrak{u}x + \mathfrak{v}y + \mathfrak{w}z + \mathfrak{s}t = 0$$

und die Gleichung (112) wird folglich die der Wellenfläche:

$$\mathfrak{F}(x, y, z, t) = 0$$

werden, und die Flächen, welche durch die Gleichungen:

$$\mathfrak{F}(x, y, z, t, -\varrho) = 0 \text{ und } \mathfrak{F}(x, y, z, t, +\varrho) = 0$$

ausgedrückt sind, werden die innere und äussere Enveloppe des Raums vorstellen, welcher von einer beweglichen Kugelfläche beschrieben wird, deren Radius $= \varrho$ ist und deren Centrum auf die Wellenfläche herumgeführt wird. Bezeichnen wir jetzt durch $T$ den Punkt, wo der auf dem Radius vector O$\mathfrak{b}$ perpendiculäre Plan:

(110)

$$\varrho = \mathfrak{u}x + \mathfrak{v}y + \mathfrak{w}z + \mathfrak{s}t$$

die Fläche (112) $LMN$ tangirt, und ziehen wir durch $T$ eine gerade Linie parallel mit O$\mathfrak{b}$, so wird diese Linie sowohl zur Fläche (112) $LMN$, wie auch zur Wellenfläche normal sein, und die letztere in einem Punkte $D$ schneiden. Der Abstand $TD$ beider Flächen wird dann eben den Zahlenwerth von $\varrho$ vorstellen. Um jetzt alle die Punkte $T$, welche bestimmten Werthen von $x, y, z$ und $\varrho$ entsprechen, zu finden, muss man durch den Punkt $(x, y, z)$, den wir durch $A$ bezeichnen werden, eine Kegelfläche legen, welche die Fläche (112) $LMN$ überall tangirt. Der Punkt $T$ kann dann ein beliebiger Punkt der Berührungslinie $TT'T''$ sein. Zieht man jetzt durch alle Punkte dieser Linie Normalen zur Fläche (112), $LMN$, und durch den Anfangspunkt der Coordinaten O Linien parallel mit diesen Normalen, so werden diese die um O beschriebene Kugelfläche in einer Linie $\mathfrak{b}\mathfrak{b}'\mathfrak{b}''$ schneiden, welche den Platz der Elemente $\mathfrak{d}$, $\mathfrak{d}'$, $\mathfrak{d}''$ andeuten wird, die denselben Werthe von $x, y, z$ und $\varrho$ entsprechen.

Da $\mathrm{F}(\mathfrak{u}, \mathfrak{v}, \mathfrak{w}, \mathfrak{s})$ eine homogene Gleichung ist, und in Bezug auf $\mathfrak{s}$ geraden Grades, so wird $\Theta$ denselben Werth erhalten, wenn man $\mathfrak{u}, \mathfrak{v}, \mathfrak{w}, \mathfrak{s}$ mit $-\mathfrak{u}$, $-\mathfrak{v}$, $-\mathfrak{w}$, $-\mathfrak{s}$ vertauscht, und man braucht folglich in der Summe $\Sigma\Theta\mathfrak{d}$ nur die Glieder zu berechnen, welche einem positiven Werthe von $\mathfrak{u}x + \mathfrak{v}y + \mathfrak{w}z$ entsprechen, oder Werthen von $\mathfrak{u}, \mathfrak{v}, \mathfrak{w}$, die der Gleichung:

(113)

$$\mathfrak{u}x + \mathfrak{v}y + \mathfrak{w}z > 0$$

Genüge leisten, wenn nur dann das Resultat verdoppelt wird.

Setzt man sodann:

(114)

$$P = \frac{1}{4\pi}\Sigma\Theta\vartheta,$$

wo das Summationszeichen sich nicht auf die verschiedenen Werthe von s erstreckt, und nur auf die Werthe von $\mathfrak{u}$, $\mathfrak{v}$, $\mathfrak{w}$, welche der Gleichung (113) Genüge leisten, so wird:

(115)

$$d_t^{2n-2}\omega = 2\Sigma P,$$

wo das Summationszeichen sich auf die verschiedenen Werthe von s bezieht.

Wenn jetzt der Initialwerth von $d_t^{2n-1}\omega$ oder der Function $\Pi(r)$ nur einen merklichen Werth hat innerhalb einer sehr kleinen Kugelfläche, deren Radius $= \varepsilon$ und deren Centrum der Anfangspunkt O der Coordinaten ist, so braucht man augenscheinlich in der Summe $\vartheta$, $\vartheta'$, $\vartheta''$ zu berücksichtigen, welche Werthe von $\varrho$ entsprechen, die zwischen den Grenzen:

$$\varrho = -\varepsilon \text{ und } \varrho = +\varepsilon$$

eingeschlossen sind.

Es sei jetzt $\lambda$ der Abstand des Punkts $x, y, z, A$ von der Wellenfläche und eine sehr kleine Grösse, so wird der durch die Berührungslinie $TT'T''$ eingeschlossene Flächenraum der Fläche $LMN$ immer sehr klein werden, und annäherungsweise eine Zone bilden, deren Höhe gleich $(\lambda-\varrho)$ wird. Zieht man vom Anfangspunkt O der Coordinaten aus Radii vectores zur Linie $TT'T''$ und verlängert diese, bis sie die Wellenfläche in einer Linie $SS'S''$ schneiden, so wird diese Linie auf der Wellenfläche eine Zone einschliessen, die der auf der Fläche $LMN$ annäherungsweise congruent sein wird. Verlängert man jetzt die Radii vectores $O\mathfrak{v}, O\mathfrak{v}', O\mathfrak{v}''$, bis sie die characteristische Fläche schneiden, und nennt die auf dieser Fläche abgeschnittene Linie $VV'V''$, so werden die Linien $SS'S''$ und $VV'V''$ correspondirende Linien werden, die erste auf der Wellenfläche, die zweite auf der characteristischen Fläche. Der von der letzten Linie eingeschlossene Flächenraum wird dann annäherungsweise eine Zone werden, deren Höhe wir durch $\tau$ bezeichnen wollen. Um diese zu finden, betrachten wir zwei correspondirende Punkte $S$ und $V$ der Linien $SS'S''$ und $VV'V''$. Bezeichnen wir durch $X+\Delta X$, $Y+\Delta Y$, $Z+\Delta Z$ die

Coordinaten des Punkts $S$, und durch $\mathfrak{x}+\Delta\mathfrak{x}$, $\mathfrak{y}+\Delta\mathfrak{y}$, $\mathfrak{z}+\Delta\mathfrak{z}$ die Coordinaten des Punkts $V$; bezeichnen wir ferner durch $D$ den Punkt, wo die durch $A$ gezogene Normale zur Wellenfläche diese trifft, und durch $E$ den correspondirenden Punkt der characteristischen Fläche, durch $X$, $Y$, $Z$ die Coordinaten des Punkts $D$, und durch $\mathfrak{x}, \mathfrak{y}, \mathfrak{z}$ die des Punkts $E$, so werden in Folge der Gleichungen (104), (97) und (105):

(116)

$$\mathfrak{S} = F(\mathfrak{x}, \mathfrak{y}, \mathfrak{z}, t) = 0, \quad \mathfrak{F}(X, Y, Z, t) = 0,$$

$$\mathfrak{x}X + \mathfrak{y}Y + \mathfrak{z}Z - t^2 = 0,$$

$$\frac{d_\mathfrak{x} F(\mathfrak{x}, \mathfrak{y}, \mathfrak{z}, t)}{X} = \frac{d_\mathfrak{y} F(\mathfrak{x}, \mathfrak{y}, \mathfrak{z}, t)}{Y} = \frac{d_\mathfrak{z} F(\mathfrak{x}, \mathfrak{y}, \mathfrak{z}, t)}{Z},$$

(117)

$$F(\mathfrak{x}+\Delta\mathfrak{x}, \mathfrak{y}+\Delta\mathfrak{y}, \mathfrak{z}+\Delta\mathfrak{z}, t) = 0, \quad \mathfrak{F}(X+\Delta X, Y+\Delta Y, Z+\Delta Z, t) = 0,$$

$$(\mathfrak{x}+\Delta\mathfrak{x})(X+\Delta X) + (\mathfrak{y}+\Delta\mathfrak{y})(Y+\Delta Y) + (\mathfrak{z}+\Delta\mathfrak{z})(Z+\Delta Z) - t^2 = 0,$$

$$\frac{d_\mathfrak{x} F(\mathfrak{x}+\Delta\mathfrak{x}, \mathfrak{y}+\Delta\mathfrak{y}, \mathfrak{z}+\Delta\mathfrak{z}, t)}{X+\Delta X} = \frac{d_\mathfrak{y} F(\mathfrak{x}+\Delta\mathfrak{x}, \mathfrak{y}+\Delta\mathfrak{y}, \mathfrak{z}+\Delta\mathfrak{z}, t)}{X+\Delta Y} =$$

$$= \frac{d_\mathfrak{z} F(\mathfrak{x}+\Delta\mathfrak{x}, \mathfrak{y}+\Delta\mathfrak{y}, \mathfrak{z}+\Delta\mathfrak{z}, t)}{Z+\Delta Z}.$$

Entwickelt man jetzt die erste der Gleichungen und berücksichtigt die erste der Gleichungen (116), (117), so erhält man:

(118)

$$\Delta\mathfrak{x} \,.\, d_\mathfrak{x}\mathfrak{S} + \Delta\mathfrak{y} d_\mathfrak{y}\mathfrak{S} + \Delta\mathfrak{z} d_\mathfrak{z}\mathfrak{S} + \tfrac{1}{2}(\Delta\mathfrak{x}^2 d_\mathfrak{x}^2\mathfrak{S} + \Delta\mathfrak{y}^2 d_\mathfrak{y}^2\mathfrak{S} + \Delta\mathfrak{z}^2 d_\mathfrak{z}^2\mathfrak{S} +$$

$$+ 2\mathfrak{y}\mathfrak{z} d_\mathfrak{y} d_\mathfrak{z}\mathfrak{S} + 2\mathfrak{x}\mathfrak{z} d_\mathfrak{x} d_\mathfrak{z}\mathfrak{S} + 2\mathfrak{x}\mathfrak{y} d_\mathfrak{x} d_\mathfrak{y}\mathfrak{S}) + \ldots = 0,$$

und wenn man die dritte der Gleichungen (117) entwickelt, und die höheren Potenzen von $\Delta\mathfrak{x}$, $\Delta\mathfrak{y}$, $\Delta\mathfrak{z}$, $\Delta X$, $\Delta Y$, $\Delta Z$ vernachlässigt:

$$\frac{d_\mathfrak{x}\mathfrak{S} + \Delta\mathfrak{x} d_\mathfrak{x}^2\mathfrak{S} + \Delta\mathfrak{y} d_\mathfrak{x} d_\mathfrak{y}\mathfrak{S} + \Delta\mathfrak{z} d_\mathfrak{x} d_\mathfrak{z}\mathfrak{S}}{X+\Delta X} =$$

$$= \frac{d_\mathfrak{y}\mathfrak{S} + \Delta\mathfrak{x} d_\mathfrak{x} d_\mathfrak{y}\mathfrak{S} + \Delta\mathfrak{y} d_\mathfrak{y}^2\mathfrak{S} + \Delta\mathfrak{z} d_\mathfrak{y} d_\mathfrak{z}\mathfrak{S}}{Y+\Delta Y} =$$

$$= \frac{d_\mathfrak{z}\mathfrak{S} + \Delta\mathfrak{x} d_\mathfrak{x} d_\mathfrak{z}\mathfrak{S} + \Delta\mathfrak{y} d_\mathfrak{y} d_\mathfrak{z}\mathfrak{S} + \Delta\mathfrak{z} d_\mathfrak{z}^2\mathfrak{S}}{Z+\Delta Z}.$$

Subtrahirt man diese Gleichungen von der dritten der Gleichungen (116), so erhält man:

(119)

$$\frac{\Delta X . \frac{d_{\mathfrak{x}}\mathfrak{S}}{X} - \Delta\mathfrak{x} d_{\mathfrak{x}}^2\mathfrak{S} - \Delta\mathfrak{y} d_{\mathfrak{x}} d_{\mathfrak{y}}\mathfrak{S} - \Delta\mathfrak{z} d_{\mathfrak{x}} d_{\mathfrak{z}}\mathfrak{S}}{X+\Delta X} =$$

$$= \frac{\Delta Y . \frac{d_{\mathfrak{y}}\mathfrak{S}}{Y} - \Delta\mathfrak{x} d_{\mathfrak{x}} d_{\mathfrak{y}}\mathfrak{S} - \Delta\mathfrak{y} d_{\mathfrak{y}}^2\mathfrak{S} - \Delta\mathfrak{z} d_{\mathfrak{y}} d_{\mathfrak{z}}\mathfrak{S}}{Y+\Delta Y} =$$

$$= \frac{\Delta Z . \frac{d_{\mathfrak{z}}\mathfrak{S}}{Z} - \Delta\mathfrak{x} d_{\mathfrak{x}} d_{\mathfrak{z}}\mathfrak{S} - \Delta\mathfrak{y} d_{\mathfrak{y}} d_{\mathfrak{z}}\mathfrak{S} - \Delta\mathfrak{z} d_{\mathfrak{z}}^2\mathfrak{S}}{Z+\Delta Z}.$$

Bezeichnet man jetzt durch R und r die Radii vectores zu den Punkten *D* und *E*, und setzt:

(120)

$$X = UR, \quad Y = VR, \quad Z = WR,$$
$$\mathfrak{x} = \mathfrak{u}r, \quad \mathfrak{y} = \mathfrak{v}r, \quad \mathfrak{z} = \mathfrak{w}r,$$

so wird die Höhe der Zone *SS'S''*, $(\lambda - \varrho)$, gleich sein der Projection der Linie *DS* auf der durch *D* gezogenen Normale, welche parallel mit dem Radius vector O*E* ist, folglich:

(121)

$$\lambda - \varrho = \mathfrak{u}\Delta X + \mathfrak{v}\Delta Y + \mathfrak{w}\Delta Z,$$

und ebenso die Höhe der Zone *VV'V''*:

(122)

$$\tau = U\Delta\mathfrak{x} + V\Delta\mathfrak{y} + W\Delta\mathfrak{z},$$

und folglich, wenn man die Gleichungen (120) berücksichtigt:

(123)

$$r(\lambda - \varrho) - R\tau = \mathfrak{x}\Delta X + \mathfrak{y}\Delta Y + \mathfrak{z}\Delta Z - X\Delta\mathfrak{x} - Y\Delta\mathfrak{y} - Z\Delta\mathfrak{z}.$$

Multiplicirt man jetzt die Zähler und Nenner der Brüche (119) respective mit $\Delta\mathfrak{x}$, $\Delta\mathfrak{y}$, $\Delta\mathfrak{z}$, und addirt die Zähler und Nenner unter sich, so wird man mit Rücksicht auf die Gleichungen (116), (117), (118), (123) erhalten:

$$\frac{r(\lambda - \varrho) - R\tau}{\Delta\mathfrak{x}(X+\Delta X) + \Delta\mathfrak{y}(Y+\Delta Y) + \Delta\mathfrak{z}(Z+\Delta Z)} \cdot \frac{d_{\mathfrak{x}} F(\mathfrak{x}, \mathfrak{y}, \mathfrak{z}, t)}{X}$$

und dieser Ausdruck soll nun jedem von den drei Brüchen (119) gleich sein, und folglich mit den Differenzen $\Delta\mathfrak{x}$, $\Delta\mathfrak{y}$, $\Delta\mathfrak{z}$, $\Delta X$, $\Delta Y$, $\Delta Z$ verschwinden. Weil nun $\frac{d_{\mathfrak{x}} F(\mathfrak{x}, \mathfrak{y}, \mathfrak{z}, t)}{X}$ im Allgemeinen nicht mit diesen Grössen verschwindet, so muss der Ausdruck:

(124)

$$\frac{r(\lambda - \varrho) - R\tau}{\Delta\mathfrak{x}(X+\Delta X) + \Delta\mathfrak{y}(Y+\Delta Y) + \Delta\mathfrak{z}(Z+\Delta Z)}$$

sehr klein sein. Nun ist aber wegen der Gleichungen (116), (120) und (121):

$$\Delta\mathfrak{x}(X+\Delta X)+\Delta\mathfrak{y}(Y+\Delta Y)+\Delta\mathfrak{z}(Z+\Delta Z)=$$
$$=(\mathfrak{x}+\Delta\mathfrak{x})(X+\Delta X)+(\mathfrak{y}+\Delta\mathfrak{y})(Y+\Delta Y)+(\mathfrak{z}+\Delta\mathfrak{z})(Z+\Delta Z)-$$
$$-\mathfrak{x}X-\mathfrak{y}Y-\mathfrak{z}Z-(\mathfrak{x}\Delta X+\mathfrak{y}\Delta X+\mathfrak{z}\Delta Z)=$$
$$=-(\mathfrak{x}\Delta X+\mathfrak{y}\Delta Y+\mathfrak{z}\Delta Z)$$
$$=-\mathfrak{r}(u\Delta X+v\Delta Y+w\Delta Z)=-\mathfrak{r}(\lambda-\varrho)$$

und der Bruch (124) reducirt sich folglich auf folgenden Ausdruck:

$$\frac{R}{\lambda-\varrho}\cdot\frac{\tau}{\mathfrak{r}}-1,$$

und weil dieses Verhältniss annäherungsweise gleich Null sein muss, so hat man:

$$\tau=\frac{\mathfrak{r}}{R}(\lambda-\varrho),$$

oder weil R von r sehr wenig verschieden ist:

(125)

$$\tau=\frac{\mathfrak{r}}{r}(\lambda-\varrho).$$

Angenommen jetzt, dass der tangirende Plan zum Punkte *E* der characteristischen Fläche diese nicht gleich schneidet, so wird die von der Kurve *V V' V''* eingeschlossene Zone gleich sein dem Product von $\tau$ in der Peripherie eines Kreises, dessen Halbmesser das geometrisehe Mittel zwischen den beiden Hauptkrümmungshalbmessern der characteristischen Fläche im Punkte *E* sind. Diese beiden Krümmungshalbmesser variiren nun so wie die Coordinaten des Punktes *E* proportional mit der Zeit, und sind folglich dem Radius vector r proportional. Ihr geometrisches Mittel wird folglich auch proportional mit diesem Radius vector sein, und wir können es folglich durch:

$$k\mathfrak{r}$$

vorstellen. Die von der Kurve *V V' V''* eingeschlossene Zone wird folglich gleich

$$2\pi k\mathfrak{r}\cdot\frac{\mathfrak{r}}{r}(\lambda-\varrho)$$

sein. Bezeichnet man jetzt durch $\delta$ den Winkel, welchen die Normale in *E* mit dem Radius vector O*E* macht, und beschreibt um *E* mit O*E* als Halbmesser eine Kugelfläche, so wird die Projection der Zone *V V' V''* auf diese Kugelfläche gleich

$$\frac{2\pi k\mathfrak{r}^2(\lambda-\varrho)}{r}\cos\delta$$

sein, und die von $\mathfrak{b}\mathfrak{b}'\mathfrak{b}''$ eingeschlossene Zone folglich gleich

$$\mathfrak{K} = 2\pi k \cdot \frac{\lambda - \varrho}{r} \cos\delta$$

sein. Bezeichnet man jetzt durch $\mathfrak{P}$ den Theil von $P$, welche Werthen von p und q entspricht, die Polarcoordinaten der Punkt auf die Zone $\mathfrak{K}$ vorstelle, so wird:

$$d_\varrho \mathfrak{P} = \frac{1}{4\pi} \Theta d_\varrho \mathfrak{K}$$

und folglich, wenn man den Werth von $\mathfrak{K}$ substituirt:

$$d_\varrho \mathfrak{P} = -\frac{k}{2r} \Theta \cos\delta$$

und weil $\mathfrak{K}$ und folglich auch $\mathfrak{P}$ verschwindet, wenn $\varrho = \lambda$:

$$\mathfrak{P} = \int_\varrho^\lambda \frac{k}{2r} \Theta \cos\delta \, d\varrho.$$

Um hieraus den Werth von $P$ zu finden, braucht man nur statt im Integrationszeichen $-\varepsilon$ zu setzen, folglich:

$$P = \int_{-\varepsilon}^\lambda \frac{k}{2r} \Theta \cos\delta \, d\varrho$$

oder weil:

$$\lambda = \mathfrak{u}x + \mathfrak{v}y + \mathfrak{w}z + \mathfrak{s}t = \varrho' + \mathfrak{s}t,$$

wo $x, y, z$ die Coordinaten des Punktes $A$ sind:

(126)

$$P = \int_{-\varepsilon}^{\varrho' + \mathfrak{s}t} \frac{k}{2r} \Theta \cos\delta \, d\varrho.$$

Dieses in die Gleichung (115) eingesetzt giebt:

(127)

$$d_t^{2n-2}\omega = \mathcal{E} \frac{\mathfrak{s}^{2n-2}}{[F(\mathfrak{u}, \mathfrak{v}, \mathfrak{w}, \mathfrak{s})]_\mathfrak{s}} \cdot \frac{k\cos\delta}{r} \int_{-\varepsilon}^{\varrho' + \mathfrak{s}t} \varrho \Pi(\varrho) d\varrho,$$

wenn man zugleich den Werth von $\Theta$ substituirt. Hier bezeichnen $\mathfrak{u}, \mathfrak{v}, \mathfrak{w}$ die Cosinus der Winkel, welche der Radius vector zum Punkte $E$ der characteristischen Fläche, oder die mit denselben parallelen Normale zum Punkte $D$ der Wellenfläche mit den Coordinataxen bildet. Diese können abgeleitet werden aus den Gleichungen:

(128)

$$\mathfrak{F}(x, y, z, t) = 0$$

$$\frac{\mathfrak{u}}{d_x \mathfrak{F}(x, y, z, t)} = \frac{\mathfrak{v}}{d_y \mathfrak{F}(x, y, z, t)} = \frac{\mathfrak{w}}{d_z \mathfrak{F}(x, y, z, t)}$$

$$\mathfrak{u}^2 + \mathfrak{v}^2 + \mathfrak{w}^2 = 1$$

und ihre Zeichen müssen so gewählt werden, dass sie der Gleichung

(113)

$$\mathfrak{u}x + \mathfrak{v}y + \mathfrak{w}z > 0$$

Genüge leisten. Durch $\delta$ wird der Winkel bezeichnet, welchen die Normale in $D$ mit dem Radius vector dieses Punktes macht, und man hat folglich:

$$\cos\delta = \frac{\mathfrak{u}x + \mathfrak{v}y + \mathfrak{w}z}{r} = \frac{\varsigma'}{r}.$$

Durch k wird das Verhältniss zwischen dem mittleren Krümmungsradius des Punktes $E$ in der characteristischen Fläche und dem Radius vector dieses Punktes bezeichnet. Um das Integral im zweiten Gliede der Gleichung (127) wegzuschaffen, kann man setzen:

$$\varrho\Pi(\varrho) = \mathfrak{F}(\varrho)$$

und in Bezug auf t differentiirt, so erhält man, weil $d_t\varrho = s$:

$$d_t^{2n-1}\omega = \mathcal{E}\frac{s^{2n-1}}{[F(\mathfrak{u}, \mathfrak{v}, \mathfrak{w}, s)]_s} \cdot \frac{k\cos\delta}{r}\int_{-\varepsilon}^{\varsigma'+st} f'(\varrho)\, d\varrho$$

oder:

(129)

$$d_t^{2n-1}\omega = \mathcal{E}\frac{s^{2n-1}(\varsigma'+st)\,\Pi(\varsigma'+st)}{[F(\mathfrak{u}, \mathfrak{v}, \mathfrak{w}, s)]_s} \cdot \frac{k\cos\delta}{r},$$

weil $f(-\varepsilon) = 0$.

Bezeichnet man jetzt durch $\varphi(t)$ die rechte Seite dieser Gleichung und setzt:

$$\psi(\mu) = \int_0^\mu\int_0^\mu\dots\int_0^\mu \varphi(\mu)\, d\mu^{2n-2}$$

so wird:

$$\omega = \int_0^t \psi(\mu)\, d\mu.$$

Integrirt man hier durch partielle Integration, und bemerkt, dass $\psi(\mu)$ so wie seine $2n-3$ ersten Differentialen mit $\mu$ verschwinden, so erhält man:

$$\int_0^t \psi(\mu)\, d\mu = \int_0^t \frac{(t-\mu)^{2n-2}}{1.2.\ldots.(2n-2)} d\mu^{2n-2} . \psi(\mu)\, d\mu$$

oder:

$$\omega = \int_0^t \frac{(t-\mu)^{2n-2}}{1.2.3.\ldots.(2n-2)} . \varphi(\mu)\, d\mu$$

und wenn man den Werth von $\varphi(\mu)$ einsetzt:

(130)

$$\omega = \mathfrak{E} \int_0^t \frac{(t-\mu)^{2n-2}}{1.2.3.\ldots.(2n-2)} . \frac{s^{2n-1}(\varsigma' + s\mu)\,\Pi(\varsigma' + s\mu)}{[F(u, v, w, s)]_s} . \frac{k \cos\delta}{r} d\mu.$$

## §. 9. Ueber die Begrenzung der Wellen *).

Die innere Begrenzung der Wellen ist unter denselben Voraussetzungen wie im vorigen Paragraphen durch die Fläche [siehe (112)]:

(131)

$$\mathfrak{F}(x, y, z, t, -\varepsilon) = 0$$

bestimmt. Nimmt man nämlich an, der Punkt $A$, $(x, y, z)$, liege innerhalb dieser Fläche, so könnte dieser Punkt nicht der Scheitel eines um die Fläche $LMN$ (112) beschriebenen Kegels werden, wo $\varrho$ zwischen den Grenzen $-\varepsilon$ und $+\varepsilon$ eingeschlossen ist. Das $2n-2$te Differential der principalen Function und folglich wegen der Gleichungen (25) auch diese Function selbst wird verschwinden, und es wird dann im Punkte $A$ weder Verschiebung noch Geschwindigkeit stattfinden. Die Fläche (131) bildet folglich unter denselben Voraussetzungen wie im vorigen Paragraphen die innere Grenze der Wellen.

Liegt der Punkt $A$ ausserhalb der Fläche:

(132)

$$\mathfrak{F}(x, y, z, t, +\varepsilon) = 0,$$

so dass sein Abstand von der Wellenfläche grösser als $\varepsilon$ ist, so giebt die Gleichung (127):

$$d_t^{2n-2}\omega = \mathfrak{E} \frac{s^{2n-2}}{[F(u, v, w, s)]_s} . \frac{k \cos\delta}{r} \int_{-\varepsilon}^{+\varepsilon} \varrho\,\Pi(\varrho)\, d\varrho = 0,$$

weil $\varrho\,\Pi(\varrho)$ eine ungerade Function von $\varrho$ ist. Die Fläche (132) wird folglich die äussere Grenze der Wellen sein, und ausserhalb wird weder Verschiebung noch Geschwindigkeit stattfinden. —

*) Compte rendu Tome XIII. pag. 189—197, 494—497.

Wir haben bis jetzt vorausgesetzt, der Werth von $d_t^{2n-1}\omega$ wäre anfänglich nur innerhalb einer sehr kleinen Kugelfläche merkbar; nehmen wir jetzt an, es wäre statt dessen nur innerhalb einer gewissen Fläche $Q$ merkbar. Man braucht dann nur den Anfangswerth von $d_t^{2n-1}\omega$ in Theile zu zerlegen, deren jeder nur innerhalb einer sehr kleinen Kugelfläche bemerkbar ist. Um dann die innere und äussere Grenze der Wellen zu erhalten, braucht man nur die Fläche $Q$ so zu bewegen, dass jeder ihrer Punkte eine gerade Linie beschreibt, gleich und parallel mit einem Radius vector O$A$, vom Anfangspunkte der Coordinaten O zu einem beliebigen Punkte $A$ der Wellenfläche gezogen, und dass der Punkt O in diesen Punkt $A$ fällt. Die innere und äussere Enveloppe der verschiedenen Stellungen, welche die Fläche $Q$ auf diese Weise einnehmen wird, mit Hinsicht auf die verschiedenen Stellungen des Punktes $A$, werden dann die innere und äussere Begrenzung der Wellen. —

§. 10. Particuläre Integrale der Gleichungen der unendlich kleinen Bewegungen eines Systems von Molekülen *).

Die Gleichungen der unendlich kleinen Bewegungen eines Systems von Molekülen sind:

(14)

$$(\mathrm{L}-d_t^2)\xi+\mathrm{R}\upsilon+\mathrm{Q}\zeta=0,$$
$$\mathrm{R}\xi+(\mathrm{M}-d_t^2)\upsilon+\mathrm{P}\zeta=0,$$
$$\mathrm{Q}\xi+\mathrm{P}\upsilon+(\mathrm{N}-d_t^2)\zeta=0.$$

Um diesen Gleichungen Genüge zu leisten, braucht man nur die Hauptvariabeln $\xi$, $\upsilon$, $\zeta$ derselben Exponentialgrösse, deren Exponent eine lineäre Function von $x$, $y$, $z$, t ist, proportional zu setzen; folglich:

(133)

$$\xi=Ae^{ux+vy+wz-st};\quad \upsilon=Be^{ux+vy+wz-st};\quad \zeta=Ce^{ux+vy+wz-st}$$

wo u, v. w, s, $A$, $B$, $C$ folgenden Gleichungen genügen müssen:

(134)

$$(\mathfrak{L}-s^2)A+\mathfrak{R}B+\mathfrak{Q}C=0,$$
$$\mathfrak{R}A+(\mathfrak{M}-s^2)B+\mathfrak{P}C=0,$$
$$\mathfrak{Q}A+\mathfrak{P}B+(\mathfrak{N}-s^2)C=0,$$

*) Cauchy Ex. d'An et de Ph. Math. Tome I. pag. 1—10.

wo die Werthe von $\mathfrak{L}, \mathfrak{M}, \mathfrak{N}, \mathfrak{P}, \mathfrak{Q}, \mathfrak{R}$ aus denen von L, M, N, P, Q, R, (12), hergeleitet werden, wenn man in diesen statt der Characteristiken $d_x$, $d_y$, $d_z$ die Grössen u, v, w einsetzt. Setzt man folglich:

(134)

$$\mathfrak{S} = S\left[m f(r)\left(e^{ux+vy+wz}-1\right)\right],$$

$$\mathfrak{H} = S\left[\frac{m}{r} d_r f(r)\left(e^{ux+vy+wz}-1-(ux+vy+wz)-\frac{(ux+vy+wz)^2}{2}\right)\right].$$

so werden:

(135)

$$\mathfrak{L} = \mathfrak{S} + d_u^2 \mathfrak{H}, \quad \mathfrak{M} = \mathfrak{S} + d_v^2 \mathfrak{H}, \quad \mathfrak{N} = \mathfrak{S} + d_w^2 \mathfrak{H},$$
$$\mathfrak{P} = d_v d_w \mathfrak{H}, \quad \mathfrak{Q} = d_u d_w \mathfrak{H}, \quad \mathfrak{R} = d_u d_v \mathfrak{H}.$$

Eliminirt man jetzt die Factoren $A$, $B$, $C$ aus den Gleichungen (133), so erhält man die folgende Gleichung:

(136)

$$S = (s^2-\mathfrak{L})(s^2-\mathfrak{M})(s^2-\mathfrak{N}) - \mathfrak{P}^2(s^2-\mathfrak{L}) - \mathfrak{Q}^2(s^2-\mathfrak{M}) - \mathfrak{R}^2(s^2-\mathfrak{N}) - 2\mathfrak{P}\mathfrak{Q}\mathfrak{R} = 0.$$

Nimmt man jetzt an, s sei eine beliebige Wurzel dieser Gleichung, und bezeichnet durch $\alpha, \beta, \gamma$ willkührliche Constanten, so können die Gleichungen (133) so geschrieben werden:

(137)

$$(\mathfrak{L}-s^2)A + \mathfrak{R}B + \mathfrak{Q}C = -\alpha S,$$
$$\mathfrak{R}A + (\mathfrak{M}-s^2)B + \mathfrak{P}C = -\beta S,$$
$$\mathfrak{Q}A + \mathfrak{P}B + (\mathfrak{N}-s^2)C = -\gamma S,$$

und hieraus erhält man:

$$A = \mathscr{L}\alpha + \mathscr{R}\beta + \mathscr{Q}\gamma,$$
$$B = \mathscr{R}\alpha + \mathscr{M}\beta + \mathscr{P}\gamma,$$
$$C = \mathscr{Q}\alpha + \mathscr{P}\beta + \mathscr{N}\gamma,$$

oder:

(138)

$$\frac{A}{\mathscr{L}\alpha + \mathscr{R}\beta + \mathscr{Q}\gamma} = \frac{B}{\mathscr{R}\alpha + \mathscr{M}\beta + \mathscr{P}\gamma} = \frac{C}{\mathscr{Q}\alpha + \mathscr{P}\beta + \mathscr{N}\gamma},$$

wo $\mathscr{L}, \mathscr{M}, \mathscr{N}, \mathscr{P}, \mathscr{Q}, \mathscr{R}$ durch die folgenden Gleichungen bestimmt sind

(139)

$$\mathscr{L} = (s^2-\mathfrak{M})(s^2-\mathfrak{N}) - \mathfrak{P}^2, \quad \mathscr{M} = (s^2-\mathfrak{L})(s^2-\mathfrak{N}) - \mathfrak{Q}^2,$$
$$\mathscr{N} = (s^2-\mathfrak{L})(s^2-\mathfrak{M}) - \mathfrak{R}^2.$$
$$\mathscr{P} = \mathfrak{P}(s^2-\mathfrak{L}) - \mathfrak{Q}\mathfrak{R}, \quad \mathscr{Q} = \mathfrak{Q}(s^2-\mathfrak{M}) - \mathfrak{P}\mathfrak{R}, \quad \mathscr{R} = \mathfrak{R}(s^2-\mathfrak{N}) - \mathfrak{P}\mathfrak{Q}.$$

Die Werthe von $\alpha, \beta, \gamma$ sind willkührlich; nimmt man an, zwei derselben seien gleich Null und der dritte Werth gleich der Einheit, so wird:

$$\frac{B}{A} = \frac{\mathfrak{R}}{\mathfrak{L}}, \quad \frac{C}{A} = \frac{\mathfrak{Q}}{\mathfrak{L}}, \quad \text{oder}$$

$$\frac{B}{A} = \frac{\mathfrak{M}}{\mathfrak{R}}, \quad \frac{C}{A} = \frac{\mathfrak{P}}{\mathfrak{R}}, \quad \text{oder}$$

$$\frac{B}{A} = \frac{\mathfrak{P}}{\mathfrak{Q}}, \quad \frac{C}{A} = \frac{\mathfrak{N}}{\mathfrak{Q}},$$

und folglich, wenn man durch $A_1$, $A_2$, $A_3$ drei beliebige Constanten bezeichnet:

(140)

$$\xi = A_1 \mathfrak{L} e^{ux + vy + wz - st}, \quad \upsilon = A_1 \mathfrak{R} e^{ux + vy + wz - st},$$

$$\zeta = A_1 \mathfrak{Q} e^{ux + vy + wz - st}, \quad \text{oder:}$$

(140')

$$\xi = A_2 \mathfrak{R} e^{ux + vy + wz - st}, \quad \upsilon = A_2 \mathfrak{M} e^{ux + vy + wz - st},$$

$$\zeta = A_2 \mathfrak{P} e^{ux + vy + wz - st}, \quad \text{oder:}$$

(140'')

$$\xi = A_3 \mathfrak{Q} e^{ux + vy + wz - st}, \quad \upsilon = A_3 \mathfrak{P} e^{ux + vy + wz - st},$$

$$\zeta = A_3 \mathfrak{N} e^{ux + vy + wz - st}.$$

## §. 11. Particuläre Integrale der Gleichungen der unendlich kleinen Bewegungen zweier Systeme von Molekülen, die sich gegenseitig durchdringen*).

Die Gleichungen der unendlich kleinen Bewegungen zweier Systeme von Molekülen sind:

(21)

$$\begin{aligned}
(L - d_t^2)\xi + R\upsilon + Q\zeta + L_{,}\xi' + R_{,}\upsilon' + Q_{,}\zeta' &= 0, \\
R\xi + (M - d_t^2)\upsilon + P\zeta + R_{,}\xi' + M_{,}\upsilon' + P_{,}\zeta' &= 0, \\
Q\xi + P\upsilon + (N - d_t^2)\zeta + Q_{,}\xi' + P_{,}\upsilon' + N_{,}\zeta' &= 0, \\
{}_{,}L\xi + {}_{,}R\upsilon + {}_{,}Q\zeta + (L_{,,} - d_t^2)\xi' + R_{,,}\upsilon' + Q_{,,}\zeta' &= 0, \\
{}_{,}R\xi + {}_{,}M\upsilon + {}_{,}P\zeta + R_{,,}\xi' + (M_{,,} - d_t^2)\upsilon + P_{,,}\zeta' &= 0, \\
{}_{,}Q\xi + {}_{,}P\upsilon + {}_{,}N\zeta + Q_{,,}\xi' + P_{,,}\upsilon' + (N_{,,} - d_t^2)\zeta' &= 0.
\end{aligned}$$

Um diesen Gleichungen Genüge zu leisten, braucht man nur die Hauptvariabeln $\xi$, $\upsilon$, $\zeta$, $\xi'$, $\upsilon'$, $\zeta'$ derselben Exponentialgrösse, deren Exponent eine lineäre Function von $x, y, z, t$ ist, proportional zu setzen; folglich:

---

*) Cauchy Ex. d'An et de Ph. Math. Tome I. pag. 42—48.

(141)

$$\xi = A e^{ux+vy+wz-st},\quad \upsilon = B e^{ux+vy+wz-st},\quad \zeta = C e^{ux+vy+wz}$$
$$\xi' = A' e^{ux+vy+wz-st},\quad \upsilon' = B' e^{ux+vy+wz-st},\quad \zeta' = C' e^{ux+vy+wz}$$

wo u, v, w, s, $A$, $B$, $C$, $A'$, $B'$, $C'$ den folgenden Gleichun Genüge leisten müssen:

(142)

$$(\mathfrak{L}-s^2)A + \mathfrak{R}B + \mathfrak{Q}C + \mathfrak{L}_,A' + \mathfrak{R}_,B' + \mathfrak{Q}_,C' = 0,$$
$$\mathfrak{R}A + (\mathfrak{M}-s^2)B + \mathfrak{P}C + \mathfrak{R}_,A' + \mathfrak{M}_,B' + \mathfrak{P}_,C' = 0,$$
$$\mathfrak{Q}A + \mathfrak{P}B + (\mathfrak{N}-s^2)C + \mathfrak{Q}_,A' + \mathfrak{P}_,B' + \mathfrak{N}_,C' = 0,$$
$${}_,\mathfrak{L}A + {}_,\mathfrak{R}B + {}_,\mathfrak{Q}C + (\mathfrak{L}_{,,}-s^2)A' + \mathfrak{R}_{,,}B' + \mathfrak{Q}_{,,}C' = 0.$$
$${}_,\mathfrak{R}A + {}_,\mathfrak{M}B + {}_,\mathfrak{P}C + \mathfrak{R}_{,,}A' + (\mathfrak{M}_{,,}-s^2)B' + \mathfrak{P}_{,,}C' = 0,$$
$${}_,\mathfrak{Q}A + {}_,\mathfrak{P}B + {}_,\mathfrak{N}C + \mathfrak{Q}_{,,}A' + \mathfrak{P}_{,,}B' + (\mathfrak{N}''-s^2)C' = 0,$$

wo die Werthe von $\mathfrak{L}, \mathfrak{M}, \ldots \mathfrak{L}_,, \mathfrak{M}_,, \ldots {}_,\mathfrak{L}, {}_,\mathfrak{M}, \ldots \mathfrak{L}_{,,}, \mathfrak{M}_{,,}, \ldots$ aus denen von $L, M, \ldots L_,, M_,, \ldots {}_,L, {}_,M, \ldots L_{,,}, M_{,,}, \ldots$ (19) hergeleitet werden, wenn man in diesen statt der Charac ristiken $d_x$, $d_y$, $d_z$ die Grössen u, v, w einsetzt. Setzt man folgli

(143)

$$\mathfrak{G} = S\left\{m\,f(r)\left(e^{ux+vy+wz}-1\right)\right\} - S\left\{m'\,f_,(r)\right\},$$

$$\mathfrak{H} = S\left\{\frac{m}{r}d_r f(r)\left(e^{ux+vy+wz}-1-(ux+vy+wz)-\frac{(ux+vy+wz)^2}{2}\right)\right.$$
$$- S\left\{\frac{m'}{r}d_r f_,(r)\,\frac{(ux+vy+wz}{2}\right.$$

$$\mathfrak{G}_, = S\left\{m'\,f_,(r)\,e^{ux+vy+wz}\right\},$$

$$\mathfrak{H}_, = S\left\{\frac{m'}{r}d_r f_,(r)\left(e^{ux+vy+wz}-1-(ux+vy+wz)\right)\right\},$$

$${}_,\mathfrak{G} = S\left\{m\,f_,(r)\,e^{ux+vy+wz}\right\},$$

$${}_,\mathfrak{H} = S\left\{\frac{m}{r}d_r f_,(r)\left(e^{ux+vy+wz}-1-(ux+vy+wz)\right)\right\},$$

$$\mathfrak{G}_{,,} = S\left\{m'\,f_{,,}(r)\left(e^{ux+vy+wz}-1\right)\right\} - S\left\{m\,f_,(r)\right\},$$

$$\mathfrak{H}_{,,} = S\left\{\frac{m'}{r}d_r f_{,,}(r)\left(e^{ux+vy+wz}-1-(ux+vy+wz)-\frac{(ux+vy+wz)^2}{2}\right)\right.$$
$$- S\left\{\frac{m}{r}d_r f_,(r)\,\frac{(ux+vy+wz}{2}\right.$$

so werden:

(144)

$$\begin{array}{lll}
\mathfrak{L} = \mathfrak{S} + d_u^2 \mathfrak{H}, & \mathfrak{M} = \mathfrak{S} + d_v^2 \mathfrak{H}, & \mathfrak{N} = \mathfrak{S} + d_w^2 \mathfrak{H}, \\
\mathfrak{P} = d_v d_w \mathfrak{H}, & \mathfrak{Q} = d_u d_w \mathfrak{H}, & \mathfrak{R} = d_u d_v \mathfrak{H}, \\
\mathfrak{L}_{,} = \mathfrak{S}_{,} + d_u^2 \mathfrak{H}_{,}, & \mathfrak{M}_{,} = \mathfrak{S}_{,} + d_v^2 \mathfrak{H}_{,}, & \mathfrak{N}_{,} = \mathfrak{S}_{,} + d_w^2 \mathfrak{H}_{,}, \\
\mathfrak{P}_{,} = d_v d_w \mathfrak{H}_{,}, & \mathfrak{Q}_{,} = d_u d_w \mathfrak{H}_{,}, & \mathfrak{R}_{,} = d_u d_v \mathfrak{H}_{,}, \\
{}_{,}\mathfrak{L} = {}_{,}\mathfrak{S} + d_u^2 \, {}_{,}\mathfrak{H}, & {}_{,}\mathfrak{M} = {}_{,}\mathfrak{S} + d_v^2 \, {}_{,}\mathfrak{H}, & {}_{,}\mathfrak{N} = {}_{,}\mathfrak{S} + d_w^2 \, {}_{,}\mathfrak{H}, \\
{}_{,}\mathfrak{P} = d_v d_w \, {}_{,}\mathfrak{H}, & {}_{,}\mathfrak{Q} = d_u d_w \, {}_{,}\mathfrak{H}, & {}_{,}\mathfrak{R} = d_u d_v \, {}_{,}\mathfrak{H}, \\
\mathfrak{L}_{,,} = \mathfrak{S}_{,,} + d_u^2 \mathfrak{H}_{,,}, & \mathfrak{M}_{,,} = \mathfrak{S}_{,,} + d_v^2 \mathfrak{H}_{,,}, & \mathfrak{N}_{,,} = \mathfrak{S}_{,,} + d_w^2 \mathfrak{H}_{,,}, \\
\mathfrak{P}_{,,} = d_v d_w \mathfrak{H}_{,,}, & \mathfrak{Q}_{,,} = d_u d_w \mathfrak{H}_{,,}, & \mathfrak{R}_{,,} = d_u d_v \mathfrak{H}_{,,}. —
\end{array}$$

Eliminirt man jetzt die Factoren $A, B, C, A', B', C'$ aus den Gleichungen (142), so erhält man die folgende Gleichung:

(145)

$$S = (s^2 - \mathfrak{L})(s^2 - \mathfrak{M})(s^2 - \mathfrak{N})(s^2 - \mathfrak{P})(s^2 - \mathfrak{Q})(s^2 - \mathfrak{R}) - \text{etc.} \ldots = 0.$$

Nimmt man jetzt an, $s$ sei eine beliebige Wurzel dieser Gleichung und bezeichnet durch $\alpha, \beta, \gamma, \alpha', \beta', \gamma'$ sechs beliebige Constanten, so können die Gleichungen (142) auf folgende Weise geschrieben werden:

(146)

$$\begin{array}{l}
(\mathfrak{L} - s^2)A + \mathfrak{R}B + \mathfrak{Q}C + \mathfrak{L}_{,}A' + \mathfrak{R}_{,}B' + \mathfrak{Q}_{,}C' = -\alpha S, \\
\mathfrak{R}A + (\mathfrak{M} - s^2)B + \mathfrak{P}C + \mathfrak{R}_{,}A' + \mathfrak{M}_{,}B' + \mathfrak{P}_{,}C' = -\beta S, \\
\mathfrak{Q}A + \mathfrak{P}B + (\mathfrak{N} - s^2)C + \mathfrak{Q}_{,}A' + \mathfrak{P}_{,}B' + \mathfrak{N}_{,}C' = -\gamma S, \\
{}_{,}\mathfrak{L}A + {}_{,}\mathfrak{R}B + {}_{,}\mathfrak{Q}C + (\mathfrak{L}_{,,} - s^2)A' + \mathfrak{R}_{,,}B' + \mathfrak{Q}_{,,}C' = -\alpha' S, \\
{}_{,}\mathfrak{R}B + {}_{,}\mathfrak{M}B + {}_{,}\mathfrak{P}C + \mathfrak{R}_{,,}A' + (\mathfrak{M}_{,,} - s^2)B' + \mathfrak{P}_{,,}C' = -\beta' S, \\
{}_{,}\mathfrak{Q}A + {}_{,}\mathfrak{P}B + {}_{,}\mathfrak{N}C + \mathfrak{Q}_{,,}A' + \mathfrak{P}_{,,}B' + (\mathfrak{N}_{,,} - s^2)C' = -\gamma' S,
\end{array}$$

und hieraus erhält man:

$$\begin{array}{l}
A = \mathcal{L}\alpha + \mathcal{R}\beta + \mathcal{Q}\gamma + \mathcal{L}_{,}\alpha' + \mathcal{R}_{,}\beta' + \mathcal{Q}_{,}\gamma', \\
B = \mathcal{R}\alpha + \mathcal{M}\beta + \mathcal{P}\gamma + \mathcal{R}_{,}\alpha' + \mathcal{M}_{,}\beta' + \mathcal{P}_{,}\gamma', \\
C = \mathcal{Q}\alpha + \mathcal{P}\beta + \mathcal{N}\gamma + \mathcal{Q}_{,}\alpha' + \mathcal{P}_{,}\beta' + \mathcal{N}_{,}\gamma', \\
A' = {}_{,}\mathcal{L}\alpha + {}_{,}\mathcal{R}\beta + {}_{,}\mathcal{Q}\gamma + \mathcal{L}_{,,}\alpha' + \mathcal{R}_{,,}\beta' + \mathcal{Q}_{,,}\gamma', \\
B' = {}_{,}\mathcal{R}\alpha + {}_{,}\mathcal{M}\beta + {}_{,}\mathcal{P}\gamma + \mathcal{R}_{,,}\alpha' + \mathcal{M}_{,,}\beta' + \mathcal{P}_{,,}\gamma', \\
C' = {}_{,}\mathcal{Q}\alpha + {}_{,}\mathcal{P}\beta + {}_{,}\mathcal{N}\gamma + \mathcal{Q}_{,,}\alpha' + \mathcal{P}_{,,}\beta' + \mathcal{N}_{,,}\gamma',
\end{array}$$

oder:

(147)

$$\frac{A}{\mathcal{L}\alpha + \mathcal{R}\beta + \mathcal{Q}\gamma + \mathcal{L}_{,}\alpha' + \mathcal{R}_{,}\beta' + \mathcal{Q}_{,}\gamma'} =$$

$$= \frac{B}{\mathcal{R}\alpha + \mathcal{M}\beta + \mathcal{P}\gamma + \mathcal{R}_{,}\alpha' + \mathcal{M}_{,}\beta' + \mathcal{P}_{,}\gamma'} =$$

$$= \frac{C}{\mathcal{Q}\alpha + \mathcal{P}\beta + \mathcal{N}\gamma + \mathcal{Q}_{,}\alpha' + \mathcal{P}_{,}\beta' + \mathcal{N}_{,}\gamma'} =$$

$$= \frac{A'}{{}_{,}\mathcal{L}\alpha + {}_{,}\mathcal{N}\beta + {}_{,}\mathcal{Q}\gamma + \mathcal{L}_{,,}\alpha' + \mathcal{N}_{,,}\beta' + \mathcal{Q}_{,,}\gamma'} =$$

$$= \frac{B'}{{}_{,}\mathcal{N}\alpha + {}_{,}\mathcal{M}\beta + {}_{,}\mathcal{P}\gamma + \mathcal{N}_{,,}\alpha' + \mathcal{M}_{,,}\beta' + \mathcal{P}_{,,}\gamma'} =$$

$$= \frac{C'}{{}_{,}\mathcal{Q}\alpha + {}_{,}\mathcal{P}\beta + {}_{,}\mathcal{R}\gamma + \mathcal{Q}_{,,}\alpha' + \mathcal{P}_{,,}\beta' + \mathcal{R}_{,,}\gamma'},$$

wo $\mathcal{L}, \mathcal{M}, \ldots \mathcal{L}_{,}, \mathcal{M}_{,}, \ldots {}_{,}\mathcal{L}, {}_{,}\mathcal{M}, \ldots \mathcal{L}_{,,}, \mathcal{M}_{,,} \ldots$ durch die fo
Gleichungen bestimmt sind:

(148)

$$\mathcal{L} = -(s^2-\mathfrak{M})(s^2-\mathfrak{N})(s^2-\mathfrak{L}_{,,})(s^2-\mathfrak{M}_{,,})(s^2-\mathfrak{N}_{,,})$$
$$\mathcal{M} = -(s^2-\mathfrak{L})(s^2-\mathfrak{N})(s^2-\mathfrak{L}_{,,})(s^2-\mathfrak{M}_{,,})(s^2-\mathfrak{N}_{,,})\cdot$$
$$\mathcal{N} = -(s^2-\mathfrak{L})(s^2-\mathfrak{M})(s^2-\mathfrak{L}_{,,})(s^2-\mathfrak{M}_{,,})(s^2-\mathfrak{N}_{,,})\cdot$$
$$\mathcal{P} = \mathfrak{P}(s^2-\mathfrak{L})(s^2-\mathfrak{L}_{,,})(s^2-\mathfrak{M}_{,,})(s^2-\mathfrak{N}_{,,}) - \ldots.$$
$$\mathcal{Q} = \mathfrak{Q}(s^2-\mathfrak{M})(s^2-\mathfrak{L}_{,,})(s^2-\mathfrak{M}_{,,})(s^2-\mathfrak{N}_{,,}) - \ldots.$$
$$\mathcal{R} = \mathfrak{R}(s^2-\mathfrak{N})(s^2-\mathfrak{L}_{,,})(s^2-\mathfrak{M}_{,,})(s^2-\mathfrak{N}_{,,}) - \ldots.$$
$$\mathcal{L}_{,} = \mathfrak{L}(s^2-\mathfrak{M})(s^2-\mathfrak{N})(s^2-\mathfrak{M})(s^2-\mathfrak{L}_{,,}) - \ldots.$$
$$\mathcal{M}_{,} = \mathfrak{M}(s^2-\mathfrak{L})(s^2-\mathfrak{N})(s^2-\mathfrak{L}_{,,})(s^2-\mathfrak{N}_{,,}) - \ldots.$$
$$\mathcal{N}_{,} = \mathfrak{N}(s^2-\mathfrak{L})(s^2-\mathfrak{M})(s^2-\mathfrak{L}_{,,})(a^2-\mathfrak{M}_{,,}) - \ldots.$$
$$\mathcal{P}_{,} = \mathfrak{P}_{,}(s^2-\mathfrak{L})(s^2-\mathfrak{N})(s^2-\mathfrak{L}_{,,})(s^2-\mathfrak{M}_{,,}) - \ldots.$$
$$\mathcal{Q}_{,} = \mathfrak{Q}_{,}(s^2-\mathfrak{M})(s^2-\mathfrak{N})(s^2-\mathfrak{L}_{,,})(s^2-\mathfrak{M}_{,,}) - \ldots.$$
$$\mathcal{R}_{,} = \mathfrak{R}_{,}(s^2-\mathfrak{M})(s^2-\mathfrak{N})(s^2-\mathfrak{L}_{,,})(s^2-\mathfrak{N}_{,,}) - \ldots.$$
$${}_{,}\mathcal{L} = {}_{,}\mathfrak{L}(s^2-\mathfrak{M})(s^2-\mathfrak{N})(s^2-\mathfrak{M}_{,,})(s^2-\mathfrak{N}_{,,}) - \ldots.$$
$${}_{,}\mathcal{M} = {}_{,}\mathfrak{M}(s^2-\mathfrak{L})(s^2-\mathfrak{N})(s^2-\mathfrak{L}_{,,})(s^2-\mathfrak{N}_{,,}) - \ldots.$$
$${}_{,}\mathcal{N} = {}_{,}\mathfrak{N}(s^2-\mathfrak{L})(s^2-\mathfrak{M})(s^2-\mathfrak{L}_{,,})(s^2-\mathfrak{M}_{,,}) - \ldots.$$
$${}_{,}\mathcal{P} = {}_{,}\mathfrak{P}(s^2-\mathfrak{L})(s^2-\mathfrak{M})(s^2-\mathfrak{L}_{,,})(s^2-\mathfrak{N}_{,,}) - \ldots.$$
$${}_{,}\mathcal{Q} = {}_{,}\mathfrak{Q}(s^2-\mathfrak{L})(s^2-\mathfrak{M})(s^2-\mathfrak{M}_{,,})(s^2-\mathfrak{N}_{,,}) - \ldots.$$
$${}_{,}\mathcal{R} = {}_{,}\mathfrak{R}(s^2-\mathfrak{L})(s^2-\mathfrak{N})(s^2-\mathfrak{M}_{,,})(s^2-\mathfrak{N}_{,,}) - \ldots.$$
$$\mathcal{L}_{,,} = -(s^2-\mathfrak{L})(s^2-\mathfrak{M})(s^2-\mathfrak{N})(s^2-\mathfrak{M}_{,,})(s^2-\mathfrak{N}_{,,})\cdot$$
$$\mathcal{M}_{,,} = -(s^2-\mathfrak{L})(s^2-\mathfrak{M})(s^2-\mathfrak{N})(s^2-\mathfrak{L}_{,,})(s^2-\mathfrak{N}_{,,})\cdot$$
$$\mathcal{N}_{,,} = -(s^2-\mathfrak{L})(s^2-\mathfrak{M})(s^2-\mathfrak{N})(s^2-\mathfrak{L}_{,,})(s^2-\mathfrak{M}_{,,})\cdot$$
$$\mathcal{P}_{,,} = \mathfrak{P}_{,,}(s^2-\mathfrak{L})(s^2-\mathfrak{M})(s^2-\mathfrak{N})(s^2-\mathfrak{L}_{,,}) - \ldots.$$
$$\mathcal{Q}_{,,} = \mathfrak{Q}_{,,}(s^2-\mathfrak{L})(s^2-\mathfrak{M})(s^2-\mathfrak{N})(s^2-\mathfrak{M}_{,,}) - \ldots.$$
$$\mathcal{R}_{,,} = \mathfrak{R}_{,,}(s^2-\mathfrak{L})(s^2-\mathfrak{M})(s^2-\mathfrak{N})(s^2-\mathfrak{N}_{,,}) - \ldots.$$

Die Werthe von $\alpha, \beta, \gamma, \alpha', \beta', \gamma'$ sind willkührlich; nimm an, fünf von ihnen seien gleich Null und der sechste glei Einheit, so wird:

$$\frac{B}{A} = \frac{\mathcal{N}}{\mathcal{L}},\ \frac{C}{A} = \frac{\mathcal{Q}}{\mathcal{L}},\ \frac{A'}{A} = \frac{{}_{,}\mathcal{L}}{\mathcal{L}},\ \frac{B'}{A} = \frac{{}_{,}\mathcal{N}}{\mathcal{L}},\ \frac{C'}{A} = \frac{{}_{,}\mathcal{Q}}{\mathcal{L}},\ \text{o}$$
$$\frac{B}{A} = \frac{\mathcal{M}}{\mathcal{N}},\ \frac{C}{A} = \frac{\mathcal{P}}{\mathcal{N}},\ \frac{A'}{A} = \frac{{}_{,}\mathcal{N}}{\mathcal{N}},\ \frac{B'}{A} = \frac{{}_{,}\mathcal{M}}{\mathcal{N}},\ \frac{C'}{A} = \frac{{}_{,}\mathcal{P}}{\mathcal{N}},\ \text{o}$$
$$\frac{B}{A} = \frac{\mathcal{P}}{\mathcal{Q}},\ \frac{C}{A} = \frac{\mathcal{R}}{\mathcal{Q}},\ \frac{A'}{A} = \frac{{}_{,}\mathcal{Q}}{\mathcal{Q}},\ \frac{B'}{A} = \frac{{}_{,}\mathcal{P}}{\mathcal{Q}},\ \frac{C'}{A} = \frac{{}_{,}\mathcal{R}}{\mathcal{Q}},\ \text{o}$$

$$\frac{B}{A}=\frac{\mathfrak{R}_{,}}{\mathfrak{L}_{,}},\ \frac{C}{A}=\frac{\mathfrak{Q}_{,}}{\mathfrak{L}_{,}},\ \frac{A'}{A}=\frac{\mathfrak{L}_{,,}}{\mathfrak{L}_{,}},\ \frac{B'}{A}=\frac{\mathfrak{R}_{,,}}{\mathfrak{L}_{,}},\ \frac{C'}{A}=\frac{\mathfrak{Q}_{,,}}{\mathfrak{L}_{,}},\ \text{oder:}$$

$$\frac{B}{A}=\frac{\mathfrak{M}_{,}}{\mathfrak{R}_{,}},\ \frac{C}{A}=\frac{\mathfrak{P}_{,}}{\mathfrak{R}_{,}},\ \frac{A'}{A}=\frac{\mathfrak{R}_{,,}}{\mathfrak{R}_{,}},\ \frac{B'}{A}=\frac{\mathfrak{M}_{,,}}{\mathfrak{R}},\ \frac{C'}{A}=\frac{\mathfrak{P}_{,,}}{\mathfrak{R}},\ \text{oder:}$$

$$\frac{B}{A}=\frac{\mathfrak{P}_{,}}{\mathfrak{Q}_{,}},\ \frac{C}{A}=\frac{\mathfrak{R}_{,}}{\mathfrak{Q}_{,}},\ \frac{A'}{A}=\frac{\mathfrak{Q}_{,,}}{\mathfrak{Q}_{,}},\ \frac{B'}{A}=\frac{\mathfrak{P}_{,,}}{\mathfrak{Q}_{,}},\ \frac{C'}{A}=\frac{\mathfrak{R}_{,,}}{\mathfrak{Q}_{,}},$$

und folglich werden, wenn man durch $A_1$, $A_2$, $A_3$, $A_4$, $A_5$, $A_6$ sechs beliebige Constanten bezeichnet, die Verschiebungen $\xi$, $\upsilon$, $\zeta$, $\xi'$ $\upsilon'$, $\zeta'$ durch eines der folgenden Systeme von Gleichungen ausgedrückt:

(149)

$$\xi=A_1\mathfrak{L}e^{ux+vy+wz-st},\quad \upsilon=A_1\mathfrak{R}e^{ux+vy+wz-st},$$
$$\zeta=A_1\mathfrak{Q}e^{ux+vy+wz-st},$$
$$\xi'=A_{1,}\mathfrak{L}e^{ux+vy+wz-st},\quad \upsilon'=A_{1,}\mathfrak{R}e^{ux+vy+wz-st},$$
$$\zeta'=A_{1,}\mathfrak{Q}e^{ux+vy+wz-st},$$

(149)$^{\mathrm{I}}$

$$\xi=A_2\mathfrak{R}e^{ux+vy+wz-st},\quad \upsilon=A_2\mathfrak{M}e^{ux+vy+wz-st},$$
$$\zeta=A_2\mathfrak{P}e^{ux+vy+wz-st},$$
$$\xi'=A_{2,}\mathfrak{R}e^{ux+vy+wz-st},\quad \upsilon'=A_{2,}\mathfrak{M}e^{ux+vy+wz-st},$$
$$\zeta'=A_{2,}\mathfrak{P}e^{ux+vy+wz-st},$$

(149)$^{\mathrm{II}}$

$$\xi=A_3\mathfrak{Q}e^{ux+vy+wz-st},\quad \upsilon=A_3\mathfrak{P}e^{ux+vy+wz-st},$$
$$\zeta=A_3\mathfrak{R}e^{ux+vy+wz-st},$$
$$\xi'=A_{3,}\mathfrak{Q}e^{ux+vy+wz-st},\quad \upsilon'=A_{3,}\mathfrak{P}e^{ux+vy+wz-st},$$
$$\zeta'=A_{3,}\mathfrak{R}e^{ux+vy+wz-st},$$

(149)$^{\mathrm{III}}$

$$\xi=A_4\mathfrak{L}_{,}e^{ux+vy+wz-st},\quad \upsilon'=A_4\mathfrak{R}_{,}e^{ux+vy+wz-st},$$
$$\zeta=A_4\mathfrak{Q}_{,}e^{ux+vy+wz-st},$$
$$\xi'=A_4\mathfrak{L}_{,,}e^{ux+vy+wz-st},\quad \upsilon'=A_4\mathfrak{R}_{,,}e^{ux+vy+wz-st},$$
$$\zeta'=A_4\mathfrak{Q}_{,,}e^{ux+vy+wz-st},$$

$$(149)^{IV}$$

$$\xi = A_5 \mathfrak{N}_, e^{ux+vy+wz-st}, \quad \upsilon = A_5 \mathfrak{M}_, e^{ux+vy+wz-st},$$
$$\zeta = A_5 \mathfrak{P}_, e^{ux+vy+wz-st},$$
$$\xi' = A_5 \mathfrak{N}_{,,} e^{ux+vy+wz-st}, \quad \upsilon' = A_5 \mathfrak{M}_{,,} e^{ux+vy+wz-st},$$
$$\zeta' = A_5 \mathfrak{P}_{,,} e^{ux+vy+wz-st},$$

$$(149)^{V}$$

$$\xi = A_6 \mathfrak{G}_, e^{ux+vy+wz-st}, \quad \upsilon' = A_6 \mathfrak{P}_, e^{ux+vy+wz-st}$$
$$\zeta = A_6 \mathfrak{U}_, e^{ux+vy+wz-st},$$
$$\xi' = A_6 \mathfrak{G}_{,,} e^{ux+vy+wz-st}, \quad \upsilon' = A_6 \mathfrak{P}_{,,} e^{ux+vy+wz-st},$$
$$\zeta' = A_6 \mathfrak{U}_{,,} e^{ux+vy+wz-st}.$$

## §. 12. Zusammensetzung der allgemeinen Integralen aus den particulären.

Die allgemeinen Integralen der Gleichungen der unendlich kleinen Bewegungen eines oder zweier Systeme von Molekülen, welche wir in den Gleichungen (30) und (35) gegeben haben, können als die Summe einer unendlichen Menge particulärer Integralen der Formen (140) und (149) angesehen werden. Betrachten wir nämlich den Fall zweier Systeme von Molekülen, so wird die Summe der verschiedenen particulären Werthe von $\xi$ (149) werden:

$$\xi = (A_1 \mathfrak{F} + A_2 \mathfrak{N} + A_3 \mathfrak{G} + A_4 \mathfrak{F}_, + A_5 \mathfrak{N}_, + A_6 \mathfrak{G}_,)\, e^{ux+vy+wz-st}$$

wo $s$ eine Wurzel der Gleichung:

$$(145)$$
$$S = F(u, v, w, s) = 0.$$

Addirt man nun wieder die den verschiedenen Werthen von $s$ entsprechenden Werthe von $\xi$, jeden mit einem Coefficienten multiplicirt, so wird: *)

$$\xi = \mathcal{E}(A_1 \mathfrak{F} + A_2 \mathfrak{N} + A_3 \mathfrak{G} + A_4 \mathfrak{F}_, + A_5 \mathfrak{N}_, + A_6 \mathfrak{G}_,)\, \frac{e^{ux+vy+wz-st}}{[F(u, v, w, s)]_s} =$$
$$= \mathcal{E}(A_1 \mathfrak{F} + A_2 \mathfrak{N} + A_3 \mathfrak{G} + A_4 \mathfrak{F}_, + A_5 \mathfrak{N}_, + A_6 \mathfrak{G}_,)\, \frac{e^{ux+vy+wz+st}}{[F(u, v, w, s)}$$

*) Siehe die Anmerkung pag. 106.

weil $\mathfrak{L}$, $\mathfrak{M}$ etc. und $F(u, v, w, s)$ alle gerade Functionen von $s$. Giebt man hier successive $u, v, w$ alle mögliche Werthe zwischen $-\infty$ und $+\infty$ und addirt, so wird:

(150)

$$=\mathcal{E}\iiint_{-\infty}^{+\infty}(A_1\mathfrak{L}+A_2\mathfrak{M}+A_3\mathfrak{N}+A_4\mathfrak{L}_,+A_5\mathfrak{M}_,+A_6\mathfrak{N}_,).\frac{e^{ux+vy+wz+st}}{[F(u,v,w,s)]_s}.du\,dv\,dw$$

Ebenso erhält man:

(151)

$$=\mathcal{E}\iiint_{-\infty}^{+\infty}(A_1\mathfrak{M}+A_2\mathfrak{P}+A_3\mathfrak{Q}+A_4\mathfrak{M}_,+A_5\mathfrak{P}_,+A_6\mathfrak{Q}_,)\frac{e^{ux+vy+wz+st}}{[F(u,v,w,s)]_s}.du\,dv\,dw$$

$$=\mathcal{E}\iiint_{-\infty}^{+\infty}(A_1\mathfrak{N}+A_2\mathfrak{Q}+A_3\mathfrak{M}+A_4\mathfrak{N}_,+A_5\mathfrak{Q}_,+A_6\mathfrak{M}_,)\frac{e^{ux+vy+wz+st}}{[F(u,v,w,s)]_s}du\,dv\,dw$$

$$=\mathcal{E}\iiint_{-\infty}^{+\infty}(A_{1,}\mathfrak{L}+A_{2,}\mathfrak{M}+A_{3,}\mathfrak{N}+A_4\mathfrak{L}_{,,}+A_5\mathfrak{M}_{,,}+A_6\mathfrak{N}_{,,})\frac{e^{ux+vy+wz+st}}{[F(u,v,w,s)]_s}du\,dv\,dw$$

$$=\mathcal{E}\iiint_{-\infty}^{+\infty}(A_{1,}\mathfrak{M}+A_{2,}\mathfrak{P}+A_{3,}\mathfrak{Q}+A_4\mathfrak{M}_{,,}+A_5\mathfrak{P}_{,,}+A_6\mathfrak{Q}_{,,})\frac{e^{ux+vy+wz+st}}{[F(u,v,w,s)]_s}du\,dv\,dw$$

$$=\mathcal{E}\iiint_{-\infty}^{+\infty}(A_{1,}\mathfrak{N}+A_{2,}\mathfrak{Q}+A_{3,}\mathfrak{M}+A_4\mathfrak{N}_{,,}+A_5\mathfrak{Q}_{,,}+A_6\mathfrak{M}_{,,})\frac{e^{ux+vy+wz+st}}{[F(u,v,w,s)]_s}du\,dv\,dw$$

Will man jetzt, dass die Hauptvariabeln $\xi$, $\upsilon$, $\zeta$, $\xi'$, $\upsilon'$, $\zeta'$ und ihre Differentialen $d_t\xi$, $d_t\upsilon$, $d_t\zeta$, $d_t\xi'$, $d_t\upsilon'$, $d_t\zeta'$ für $t=0$ den folgenden Gleichungen Genüge leisten sollen:

(32)

$$\xi=\varphi(x,y,z);\quad \upsilon=\psi(x,y,z);\quad \zeta=\chi(x,y,z),$$
$$\xi'=\varphi'(x,y,z);\quad \upsilon'=\psi'(x,y,z);\quad \zeta'=\chi'(x,y,z),$$
$$d_t\xi=\Phi(x,y,z);\quad d_t\upsilon=\Psi(x,y,z);\quad d_t\zeta=X(x,y,z),$$
$$d_t\xi'=\Phi'(x,y,z);\quad d_t\upsilon'=\Psi'(x,y,z);\quad d_t\zeta'=X'(x,y,z),$$

so muss man offenbar, weil $\mathfrak{f}$, $\mathfrak{M}$, $\mathfrak{N}$ etc. gerade Functionen v
sind und weil immer:

$$\mathcal{E}\frac{\mathfrak{F}(s^2)}{[F(s^2)]_s} = 0,$$

setzen:

(152)

$$A_1 = C_1 + C_1' s, \quad A_2 = C_2 + C_2' s, \quad A_3 = C_3 + C_3' s,$$
$$A_4 = C_4 + C_4' s, \quad A_5 = C_5 + C_5' s, \quad A_6 = C_6 + C_6' s,$$

wo $C_1$, $C_1'$, $C_2$, $C_2'$ .... unabhängig von s sind. Man erhält d
weil die Grösse $\mathfrak{f}$, $\mathfrak{M}$, $\mathfrak{N}$, $\mathfrak{f}_{,,}$, $\mathfrak{M}_{,,}$, $\mathfrak{N}_{,,}$ Function des 2n —
Grades und die übrigen nur vom 2n—4ten Grade in Bezug
sind, während S = F (u, v, w, s) 2nten Grades ist, und weil folg

$$\mathcal{E}\frac{\mathfrak{f}}{[S]_s} = 0, \quad \mathcal{E}\frac{\mathfrak{M}}{[S]_s} = 0, \ldots\ldots\ldots \mathcal{E}\frac{\mathfrak{P}}{[S]_s} = 0, \ldots$$

$$\mathcal{E}\frac{s\mathfrak{f}}{[S]_s} = -1, \quad \mathcal{E}\frac{s\mathfrak{M}}{[S]_s} = -1, \ldots\ldots \mathcal{E}\frac{s\mathfrak{P}}{[S]_s} = -1,$$

die Gleichungen:

$$\varphi(x,y,z) = \iiint_{-\infty}^{+\infty} C_1' e^{ux+vy+wz} du\, dv\, dw,$$

$$\Phi(x,y,z) = \iiint_{-\infty}^{+\infty} C_1 e^{ux+vy+wz} du\, dv\, dw,$$

$$\psi(x,y,z) = \iiint_{-\infty}^{+\infty} C_2' e^{ux+vy+wz} du\, dv\, dw,$$

$$\Psi(x,y,z) = \iiint_{-\infty}^{+\infty} C_2 e^{ux+vy+wz} du\, dv\, dw,$$

$$\chi(x,y,z) = \iiint_{-\infty}^{+\infty} C_3' e^{ux+vy+wz} du\, dv\, dw,$$

$$X(x,y,z) = \iiint_{-\infty}^{+\infty} C_3 e^{ux+vy+wz} du\, dv\, dw,$$

$$\varphi'(x,y,z) = \iiint_{-\infty}^{+\infty} C_4' e^{ux+vy+wz} du\, dv\, dw.$$

$$\Phi'(x,y,z) = \int\int\int_{-\infty}^{+\infty} C_1 e^{ux+vy+wz} du\,dv\,dw,$$

$$\psi'(x,y,z) = \int\int\int_{-\infty}^{+\infty} C_1' e^{ux+vy+wz} du\,dv\,dw,$$

$$\Psi'(x,y,z) = \int\int\int_{-\infty}^{+\infty} C_2 e^{ux+vy+wz} du\,dv\,dw,$$

$$\chi'(x,y,z) = \int\int\int_{-\infty}^{+\infty} C_2' e^{ux+vy+wz} du\,dv\,dw,$$

$$X'(x,y,z) = \int\int\int_{-\infty}^{+\infty} C_2 e^{ux+vy+wz} du\,dv\,dw.$$

Vergleicht man diese Formeln mit der Formel:

(41)

$$\omega(x,y,z) = \frac{1}{(2\pi\sqrt{-1})^3} \int\int\int\int\int\int_{-\infty}^{+\infty} e^{u(x-\lambda)+v(y-\mu)+w(z-\nu)} . \omega(\lambda,\mu,\nu) . d\lambda\,d\mu\,d\nu\,du\,dv\,dw$$

so sieht man, dass man machen muss:

$$C_1 = \frac{1}{(2\pi\sqrt{-1})^3} \int\int\int_{-\infty}^{+\infty} e^{-u\lambda-v\mu-w\nu} \Phi(\lambda,\mu,\nu)\, d\lambda\,d\mu\,d\nu,$$

$$C_1' = \frac{1}{(2\pi\sqrt{-1})^3} \int\int\int_{-\infty}^{+\infty} e^{-u\lambda-v\mu-w\nu} \varphi(\lambda,\mu,\nu)\, d\lambda\,d\mu\,d\nu,$$

$$C_2 = \frac{1}{(2\pi\sqrt{-1})^3} \int\int\int_{-\infty}^{+\infty} e^{-u\lambda-v\mu-w\nu} X(\lambda,\mu,\nu)\, d\lambda\,d\mu\,d\nu,$$

$$C_2' = \frac{1}{(2\pi\sqrt{-1})^3} \int\int\int_{-\infty}^{+\infty} e^{-u\lambda-v\mu-w\nu} \chi(\lambda,\mu,\nu)\, d\lambda\,d\mu\,d\nu,$$

$$C_3 = \frac{1}{(2\pi\sqrt{-1})^3} \int\int\int_{-\infty}^{+\infty} e^{-u\lambda-v\mu-w\nu} \Psi(\lambda,\mu,\nu)\, d\lambda\,d\mu\,d\nu,$$

$$C'_3 = \frac{1}{(2\pi\sqrt{-1})^3}\int\!\!\int\!\!\int_{-\infty}^{+\infty} e^{-u\lambda - v\mu - w\nu}\,\psi(\lambda,\mu,\nu)\,d\lambda\,d\mu\,d\nu,$$

$$C_4 = \frac{1}{(2\pi\sqrt{-1})^3}\int\!\!\int\!\!\int_{-\infty}^{+\infty} e^{-u\lambda - v\mu - w\nu}\,\Phi'(\lambda,\mu,\nu)\,d\lambda\,d\mu\,d\nu,$$

$$C'_4 = \frac{1}{(2\pi\sqrt{-1})^3}\int\!\!\int\!\!\int_{-\infty}^{+\infty} e^{-u\lambda - v\mu - w\nu}\,\varphi'(\lambda,\mu,\nu)\,d\lambda\,d\mu\,d\nu,$$

$$C_5 = \frac{1}{(2\pi\sqrt{-1})^3}\int\!\!\int\!\!\int_{-\infty}^{+\infty} e^{-u\lambda - v\mu - w\nu}\,X'(\lambda,\mu,\nu)\,d\lambda\,d\mu\,d\nu,$$

$$C'_5 = \frac{1}{(2\pi\sqrt{-1})^3}\int\!\!\int\!\!\int_{-\infty}^{+\infty} e^{-u\lambda - v\mu - w\nu}\,\chi'(\lambda,\mu,\nu)\,d\lambda\,d\mu\,d\nu,$$

$$C_6 = \frac{1}{(2\pi\sqrt{-1})^3}\int\!\!\int\!\!\int_{-\infty}^{+\infty} e^{-u\lambda - v\mu - w\nu}\,\Psi'(\lambda,\mu,\nu)\,d\lambda\,d\mu\,d\nu,$$

$$C'_6 = \frac{1}{(2\pi\sqrt{-1})^3}\int\!\!\int\!\!\int_{-\infty}^{+\infty} e^{-u\lambda - v\mu - w\nu}\,\psi'(\lambda,\mu,\nu)\,d\lambda\,d\mu\,d\nu.$$

Substituirt man diese Werthe in den Gleichungen (152) und die hierdurch erhaltenen Werthe von $A_1$, $A_2$ .... $A_6$ in den Gleichungen (150) und (151), so erhält man eben die Integralen (35), wenn man noch bemerkt, dass die Grössen $\mathfrak{L}$, $\mathfrak{M}$ etc. aus den characteristischen Functionen $L$, $M$.... (34) hervorgebracht werden, wenn man $d_x$, $d_y$, $d_z$ mit u, v, w wechselt. —

## §. 13. Einfache Bewegungen eines oder zweier Systeme von Molekülen *).

Die Integralen (133) und (141) werden einfache Integralen genannt. In diesen können die Werthe der verschiedenen Constanten:

$$u,\ v,\ w,\ A,\ B,\ C,\ A',\ B',\ C'$$

und folglich auch die Werthe der Hauptvariabeln:

$$\xi,\ \upsilon,\ \zeta,\ \xi',\ \upsilon',\ \zeta'$$

*) Cauchy Ex. d'An et de Ph. Math. Tome I. pag. 10—15 u. 48—52.

reell oder imaginär sein. Im ersten Falle werden die Gleichungen (133) und (141) die unendlich kleinen Verschiebungen der Molekülen in einer Bewegung, die im Verhältniss zur Constitution des einen oder der beiden gegebenen Systeme von Molekülen unendlich klein ist, vorstellen. Im zweiten Falle werden die reellen Theile der durch die Gleichungen (133) und (141) bestimmten Werthe der Hauptvariabeln noch den Differentialgleichungen (14) und (21) Genüge leisten, und diese reellen Theile werden dann augenscheinlich die unendlich kleinen Verschiebungen vorstellen. In jedem Falle wird die unendlich kleine Bewegung, welche diesen Werthen von $\xi$, $\upsilon$, $\zeta$, $\xi'$, $\upsilon'$, $\zeta'$ entspricht, eine einfache Bewegung genannt, und durch plane Wellen sich fortpflanzen. Die durch die Gleichungen (133) und (141) gegebenen Werthe von $\xi$, $\upsilon$, $\zeta$, $\xi'$, $\upsilon'$, $\zeta'$ werden im ersten Falle die wirklichen Verschiebungen, im zweiten Falle die symbolischen Verschiebungen der Molekülen längs der drei Coordinataxen, und die Gleichungen (133) und (141) werden im letzten Falle die symbolischen Gleichungen der einfachen Bewegung genannt. Setzt man folglich:

(153)

$$u = U + u\sqrt{-1},\quad v = V + v\sqrt{-1},\quad w = W + w\sqrt{-1},\quad s = S + s\sqrt{-1},$$
$$A = \mathrm{a}e^{\lambda\sqrt{-1}},\quad B = \mathrm{b}e^{\mu\sqrt{-1}},\quad C = \mathrm{c}e^{\nu\sqrt{-1}},\quad A' = \mathrm{a}'e^{\lambda'\sqrt{-1}},$$
$$B' = \mathrm{b}'e^{\mu'\sqrt{-1}},\quad C' = \mathrm{c}'e^{\nu'\sqrt{-1}},$$

wo U, V, W, $u$, $v$, $w$, S, $s$, a, b, c, a′, b′, c′, $\lambda$, $\mu$, $\nu$, $\lambda'$, $\mu'$, $\nu'$ reelle Grössen bezeichnen, und wenn man noch der Abkürzung willen setzt:

(154)

$$\varrho = ux + vy + wz,\quad P = Ux + Vy + Wz,$$

so werden die reellen Theile der Gleichungen (141):

(155)

$$\xi = \mathrm{a}e^{P-St}\cos(\varrho - st + \lambda),$$
$$\upsilon = \mathrm{b}e^{P-St}\cos(\varrho - st + \mu),$$
$$\zeta = \mathrm{c}e^{P-St}\cos(\varrho - st + \nu),$$
$$\xi' = \mathrm{a}'e^{P-St}\cos(\varrho - st + \lambda'),$$
$$\upsilon' = \mathrm{b}'e^{P-St}\cos(\varrho - st + \mu'),$$
$$\zeta' = \mathrm{c}'e^{P-St}\cos(\varrho - st + \nu').$$

Aus den ersten drei Gleichungen erhält man, wenn $\lambda, \mu, \nu$ gleich sind

(156)

$$\frac{\xi}{a} = \frac{\upsilon}{b} = \frac{\zeta}{c},$$

wenn $\lambda, \mu, \nu$ ungleich sind, in Folge der bekannten Formeln:

$$\cos\alpha \sin(\beta-\gamma) + \cos\beta \sin(\gamma-\alpha) + \cos\gamma \sin(\alpha-\beta) = 0,$$
$$\cos^2\beta + \cos^2\gamma - 2\cos\beta\cos\gamma\cos(\beta-\gamma) = \sin^2(\beta-\gamma),$$

welche stattfinden für beliebige Werthe von $\alpha, \beta, \gamma$, und wenn man in diesen Formeln setzt:

$$\alpha = \varrho - st + \lambda, \quad \beta = \varrho - st + \mu, \quad \gamma = \varrho - st + \nu:$$

(157)

$$\frac{\xi}{a}\sin(\mu-\nu) + \frac{\upsilon}{b}\sin(\nu-\lambda) + \frac{\zeta}{c}\sin(\lambda-\mu) = 0,$$
$$\left(\frac{\upsilon}{b}\right)^2 - 2\frac{\upsilon\zeta}{bc}\cos(\mu-\nu) + \left(\frac{\zeta}{c}\right)^2 = e^{2P-2St}\sin^2(\mu-\nu).$$

Ebenso erhält man aus den letzten drei Gleichungen (155), wenn $\lambda', \mu', \nu'$ gleich sind:

(158)

$$\frac{\xi'}{a'} = \frac{\upsilon'}{b'} = \frac{\zeta'}{c'},$$

wenn $\lambda', \mu', \nu'$ ungleich sind:

(159)

$$\frac{\xi'}{a'}\sin(\mu'-\nu') + \frac{\upsilon'}{b'}\sin(\nu'-\lambda') + \frac{\zeta'}{c'}\sin(\lambda'-\mu') = 0,$$
$$\left(\frac{\upsilon'}{b'}\right)^2 - \frac{2\upsilon'\zeta'}{b'c'}\cos(\mu'-\nu') + \left(\frac{\zeta'}{c'}\right)^2 = e^{2P-2St}\sin^2(\mu'-\nu').$$

Die von jeder Moleküle des ersten oder zweiten Systems von Molekülen beschriebene Linie wird folglich immer eine durch die Gleichungen (156) und (158) ausgedrückte gerade Linie oder eine durch die Gleichungen (157) und (159) ausgedrückte Ellipse sein. Diese Ellipse kann sich auch auf einen Zirkel reduciren. Der unveränderliche Plan, mit welchem diese Ellipse immer parallel verbleibt, ist für das erste System von Molekülen durch die folgende Gleichung ausgedrückt:

(160)

$$\frac{x}{a}\sin(\mu-\nu) + \frac{y}{b}\sin(\nu-\lambda) + \frac{z}{c}\sin(\lambda-\mu) = 0,$$

und für das zweite System durch die Gleichung:

(161)

$$\frac{x'}{a'}\sin(\mu'-\nu') + \frac{y'}{b'}\sin(\nu'-\lambda') + \frac{z'}{c'}\sin(\lambda'-\mu') = 0.$$

Um den am Ende der Zeit t durch den Radius vector der ersten Ellipse beschriebenen Sector zu finden, braucht man nur zu bemerken, dass die Projection dieser Ellipse auf den Plan ($\upsilon$, $\zeta$) durch die letzte der Gleichungen (157) gegeben ist; die Projection dieser Ellipse auf den Plan ($\upsilon$, $\zeta$) wird folglich gleich sein: *)

$$\frac{1}{2}\int_0^t (\zeta d_t \upsilon - \upsilon d_t \zeta)\, dt.$$

Nun ist aber wegen der Gleichungen (155):

$$\zeta d_t \upsilon = -S\zeta\upsilon + s\zeta\upsilon \tan(\varrho - st + \mu),$$
$$\upsilon d_t \zeta = -S\zeta\upsilon + s\zeta\upsilon \tan(\varrho - st + \nu),$$

folglich:

(162)

$$\frac{1}{2}\int_0^t (\zeta d_t \upsilon - \upsilon d_t \zeta) dt = \frac{1}{2} s \int_0^t \upsilon\zeta[\tan(\varrho - st + \mu) - \tan(\varrho - st + \nu)] dt =$$

$$= \frac{1}{2} s b c e^{2P} \sin(\mu - \nu) \int_0^t e^{-2St} dt =$$

$$= \frac{s}{4S} \cdot b c e^{2P} \sin(\mu - \nu) \left(1 - e^{-2St}\right).$$

Dividirt man diese Projection mit dem Cosinus der Winkel, welche den Plan der Ellipse mit dem Plane ($\upsilon$, $\zeta$) machen, so erhält man den gesuchten Sector. Aus der ersten der Gleichungen (157) sieht man aber, dass der Cosinus dieser Winkel ist:

$$\frac{b c \sin(\mu - \nu)}{\sqrt{[b^2 c^2 \sin^2(\mu - \nu) + a^2 c^2 \sin^2(\nu - \lambda) + a^2 b^2 \sin^2(\lambda - \mu)]}},$$

folglich wird der gesuchte Sector gleich:

(163)

$$\frac{s}{4S} e^{2P}\left(1 - e^{-2St}\right) \sqrt{[b^2c^2\sin^2(\mu - \nu) + a^2c^2\sin^2(\nu - \lambda) + a^2b^2\sin^2(\lambda - \mu)]}.$$

Ebenso wird der am Ende der Zeit t vom Radius vector der zweiten Ellipse beschriebene Sector gleich:

(164)

$$e^{2P}\left(1 - e^{-2St}\right) \sqrt{[b'^2c'^2\sin^2(\mu' - \nu') + a'^2c'^2\sin^2(\lambda' - \nu') + a'^2b'^2\sin^2(\lambda' - \mu')]}.$$

Das Verhältniss zwischen diesen beiden Sectoren wird folglich unabhängig von t, $x$, $y$, $z$ sein, und folglich dasselbe verbleiben in jedem Augenblick, so wie in jedem Punkte des Raumes. — Wenn

*) Moigno Leçons de calcul différentiel pag. 285.

S verschwindet, d. i. wenn die Verschiebungen nicht mit der Zeit abnehmen, so sind diese beiden Sectoren der Zeit proportional, da man dann hat:

$$\lim\left(\frac{1-e^{-2St}}{2S}\right)=t.$$

Bezeichnet man durch:

$$\alpha,\ \beta,\ \gamma$$

die Cosinus der drei Winkel, welche eine feste Axe mit den positiven Coordinataxen bildet, und nennt $\vartheta$ und $\vartheta'$ die Verschiebungen parallel mit dieser festen Axe, so werden:

(165)

$$\vartheta=\alpha\xi+\beta\upsilon+\gamma\zeta,\quad \vartheta'=\alpha\xi'+\beta\upsilon'+\gamma\zeta',$$

und folglich, wenn man um abzukürzen setzt:

$$\begin{aligned}
a\alpha\cos\lambda+b\beta\cos\mu+c\gamma\cos\nu&=h\cos p,\\
a\alpha\sin\lambda+b\beta\sin\mu+c\gamma\sin\nu&=h\sin p,\\
a'\alpha\cos\lambda'+b'\beta'\cos\mu+c'\gamma'\cos\nu&=h'\cos p',\\
a'\alpha\sin\lambda'+b'\beta'\sin\mu+c'\gamma'\sin\nu&=h'\sin p':
\end{aligned}$$

(166)

$$\vartheta=he^{P-St}\cos(\varrho-st+p),$$
$$\vartheta'=h'e^{P-St}\cos(\varrho-st+p').$$

In Folge dieser Gleichungen werden die Verschiebungen einer Moleküle längs einer beliebigen festen Axe verschwinden:

1° in einem gegebenen Augenblicke in einer Reihe von Plänen, die dem durch die Gleichung:

(167)

$$\varrho=ux+vy+wz=0$$

bezeichneten Plan parallel sind, und der Abstand zwischen zwei auf einander folgenden Plänen wird die Hälfte des Abstandes:

(168)

$$l=\frac{2\pi}{k}$$

sein, wo

(169)

$$k=\sqrt{[u^2+v^2+w^2]},$$

2° für eine gegebene Moleküle in Augenblicken, deren Unterschied die Hälfte des Zeitintervalls:

(170)

$$T = \frac{2\pi}{s}$$

ist.

Dieser Abstand l und diese Intervalle T, welche die Dicke einer planen Welle und die Dauer einer Molekulärvibration bezeichnen, sind folglich dieselben für beide Systeme von Molekülen, so wie der unveränderliche Plan (167), mit welchem die Pläne aller Wellen parallel sind. Die Fortpflanzungsgeschwindigkeit $\Omega$, welche durch die Formel:

(171)

$$\Omega = \frac{l}{T} = \frac{s}{k}$$

bestimmt wird, ist auch gemeinschaftlich für beide Systeme, so wie auch die Exponentialgrösse:

$$e^{P-St},$$

welche der Modul der einfachen Bewegung genannt, und das Binomium:

$$\varrho - st,$$

welches das Argument der einfachen Bewegung genannt wird. Die Ausdrücke:

$$\frac{\varrho + p}{k}, \quad \frac{\varrho + p'}{k}$$

werden die Phasen der einfachen Bewegung des respectiven Systems von Molekülen genannt. In Folge der Gleichungen (166) werden die grössten Abstände der Schwingungen zu beiden Seiten oder die Amplituden, parallel mit einer festen Axe gemessen, im ersten Systeme gleich sein:

$$2he^{P-St},$$

und im zweiten Systeme:

$$2h'e^{P-St}.$$

Diese Amplitude ist folglich im Allgemeinen verschieden in den beiden Systemen, so wie die Grössen p, p', welche die Winkelparameter der festen Axe genannt werden. Das Verhältniss der Amplituden zweier correspondirenden Molekülen beider Systeme $\frac{h'}{h}$ wird dasselbe überall und zu jeder Zeit sein. Wenn P und S Null sind, so werden die Amplituden der Schwingungen 2h und 2h' und folglich constant. Die Bewegung wird ferner für einen

unendlichen Werth von t erlöschen, wenn S nicht Null ist, so wie auch für einen unendlichen negativen Werth von P. Wenn P negativ verbleibt, werden auch die Amplituden der Schwingungen in einer geometrischen Progression abnehmen mit dem Modul $e^{P-St}$, während der Abstand vom Plane:

(172)

$$P = Ux + Vy + Wz = 0$$

in einer arithmetischen Reihe zunimmt.

Man wird folglich im Allgemeinen für jedes der zwei Systeme drei unveränderliche Pläne haben, nämlich: *a*) den Plan (160) und (161), welcher parallel mit der von der Moleküle beschriebenen Kurve ist, und welcher im Allgemeinen nicht gemeinschaftlich für beide Systeme sein wird; *b*) den Plan (167), welcher mit dem Wellenplane parallel ist; *c*) den Plan (172), mit welchem jeder Plan, wo die Molekülen sich befinden, welche dieselbe Amplitude haben, parallel ist. Die zwei letzten Pläne sind gemeinschaftlich für beide Systeme von Molekülen.

Setzt man die halbe Amplitude:

(173)

$$he^{P-St} = \alpha, \quad h'e^{P-St} = \alpha'$$

und ferner die Phase:

(174)

$$\frac{\varrho + p}{k} = \varphi, \quad \frac{\varrho + p'}{k} = \varphi',$$

so werden die Gleichungen (166) in die folgenden verwandelt:

(175)

$$\vartheta = \alpha \cos\left\{2\pi\left(\frac{\varphi}{l} - \frac{t}{T}\right)\right\} = \alpha \cos\left\{\frac{2\pi}{T}\left(\frac{\varphi}{\Omega} - t\right)\right\},$$

$$\vartheta' = \alpha' \cos\left\{2\pi\left(\frac{\varphi'}{l} - \frac{t}{T}\right)\right\} = \alpha' \cos\left\{\frac{2\pi}{T}\left(\frac{\varphi'}{\Omega} - t\right)\right\}.$$

Die Geschwindigkeiten längs einer festen Axe werden zur Zeit t:

(176)

$$\upsilon = \frac{2\pi\alpha}{T} \sin\left\{2\pi\left(\frac{\varphi}{l} - \frac{t}{T}\right)\right\} = \frac{2\pi\alpha}{T} \sin\left\{\frac{2\pi}{T}\left(\frac{\varphi}{\Omega} - t\right)\right\},$$

$$\upsilon' = \frac{2\pi\alpha'}{T} \sin\left\{2\pi\left(\frac{\varphi'}{l} - \frac{t}{T}\right)\right\} = \frac{2\pi\alpha}{T} \sin\left\{\frac{2\pi}{T}\left(\frac{\varphi'}{\Omega} - t\right)\right\}.$$

Unter einer dieser Formen werden gewöhnlich die Verschiebungen und Geschwindigkeiten in den physikalischen Lehrbüchern dargestellt.

## §. 14. Polarisation der unendlich kleinen Bewegungen.

Die im vorigen Paragraphen betrachteten einfachen Bewegungen werden polarisirte Bewegungen genannt, und zwar lineär, circulär oder elliptisch polarisirte, je nachdem die Molekülen gerade Linien, Ellipsen oder Cirkel beschreiben. Die allgemeinen Bewegungen, die durch die allgemeinen Integralen (30) und (35) gegeben sind, kann man sich, wie aus dem §. 12. erhellt, dadurch hervorgebracht denken, dass in demselben Augenblicke eine Moleküle alle möglichen Formen der einfachen Bewegungen ausführen soll. Die Schwingungen werden dann im Allgemeinen alle Punkte in der Nähe des Gleichgewichtpunktes durchlaufen, und wenn die Amplituden in jeder Richtung gleich sind, werden diese Bewegungen deswegen unpolarisirte genannt.

Die einfachen Bewegungen finden, wie wir im vorigen Paragraphen gesehen haben, in einem Plane Statt, welcher für das erste System von Molekülen dem Plane (160) parallel ist. Wählt man jetzt das Coordinatensystem so, dass einer der Coordinatpläne, z. B. der Plan (xy), diesem parallel wäre, und dass die Coordinataxen der x und y den Axen der beschriebenen Ellipse parallel wären, so wird:

(177)

$$\xi = A e^{P-St} \cos\left\{2\pi\left(\frac{\varphi}{l} - \frac{t}{T}\right)\right\},$$

$$\upsilon = B e^{P-St} \cos\left\{2\pi\left(\frac{\varphi + l\frac{\pi}{2}}{l} - \frac{t}{T}\right)\right\},$$

und die Gleichung der beschriebenen Ellipse wird:

$$\left(\frac{\xi}{A}\right)^2 + \left(\frac{\upsilon}{B}\right)^2 = e^{2P-2St},$$

welche ein Cirkel wird, wenn:

$$A = B.$$

Eine elliptisch polarisirte Bewegung kann man sich folglich zusammengesetzt denken aus zwei rechtwinklig unter einander linearpolarisirten Bewegungen, deren Phasen um $l.\frac{\pi}{2}$ differiren, und deren Amplituden im Allgemeinen verschieden sind; nur wenn die Bewegung circular-polarisirt ist, sind die Amplituden gleich.

# Funfzehnter Abschnitt.

## Literatur des Magnetismus und der Elektricität.

---

### I. Elektromagnetismus.

#### Hand- und Lehrbücher.

**Ampère**, récueil d'observations électro-dynamiques contenant divers mémoires, notices, extraits de lettres ou d'ouvrages périodiques sur les sciences, relatifs à l'action mutuelle de deux courants électriques et un aimant ou le globe terrestre, et à celle de deux aimans l'un sur l'autre. Paris 1822. 8. 360 S.

**Ampère**, Précis de la théorie des phénomènes électro-dynamiques, pour servir de supplément à son récueil d'observations électro-dynamiques et au manuel d'électricité dynamique par M. Demonferrand. Paris 1824. 8.

**Ampère**, Exposé méthodique des phénomènes électro-dynamiques et des lois de ces phénomènes. Paris 1824. 8. (Journ. de ph. 95. p. 248—257.)

**Ampère**, Théorie des phénomènes électro-dynamiques uniquement déduite de l'expérience. Paris 1826. 4. 226 S.

**Demonferrand**, manuel d'électricité dynamique. Paris 1823. 8. übers. v. Fechner. Leipzig 1824. 8. (Handbuch der dynamischen Elektricität.)

**Babinet**, exposé des nouvelles découvertes sur l'électricité et le magnetisme par Mr. Oersted, Arago, Ampère, Davy, Biot, Erman, Schweigger, de la Rive. Paris 1822. 8. 91 S. (im Supplement v. Riffault's Traité de Chimie par Thomson).

Darstellung der neuen Entdeckungen über die Elektricität und den Magnetismus von Oersted durch Ampère und Babinet. Aus dem Franz. Leipzig 1822. 8. 118. S. (Uebersetzung des vorigen Werkes von Thieme.)

de la Rive, recherches sur le mode de distribution de l'électricité dynamique dans les corps, qui lui servent de conducteurs. Génève 1825. 8.

Fechner, Elementarlehrbuch des Elektromagnetismus nebst Beschreibung der hauptsächlichsten elektromagnetischen Apparate. Leipzig 1830. 8. 157 S.

Pohl, der Elektromagnetismus theoretisch-praktisch dargestellt. Berlin 1830. 8. 1 Theil.

Pfaff, der Elektro-Magnetismus, eine historisch-kritische Darstellung der bisherigen Entdeckungen auf dem Gebiete desselben, nebst eigenthümlichen Versuchen. Hamburg 1824. 8. 288 S.

Muncke, Elektromagnetismus. Artikel des neuen Gehlerschen Wörterbuchs.

Faraday, a historical sketch of electromagnetism. Ann. of Phil. 2. p. 200. 290. 3. p. 107. J. 1821. 1822.

Barlow, Electromagnetism. Artikel d. Encyclopaedia Metropolitana. 40. S. 4.

Roget, Electromagnetism. Artikel der Library for the diffusion of useful. Knowledge. 100 S. 8.

Sturgeon, recent experimental researches in electromagnetism, galvanism etc. London 1830. 8.

Watkins, a popular sketch of electro-magnetism or electro-dynamics, with outlines of electricity and magnetism. 8. London 1832.

Farrar, elements of electricity, magnetism and electro-magnetism. Cambridge. N. A. 1826.

Nobili, questioni sul magnetismo. Modena 1838. 8.

Nobili, novi trattati sopra il calorico, l'elettricita e il magnetismo. Modena 1838. 401 S.

Nobili, memorie ed osservazioni edite et inedite colla descrizione ed analisi de suoi apparati ed instrumente. Firenze 1834. 2 vol. 8.

Zantedeschi, relazione storico-critica sperimentale nell' elettromagnetismo. Venezia 1840. 8. 56 S.

## Besondere Schriften.

Schrader, dissertatio medico-physico de electromagnetismo. Halae 1821. 8.

Kastner, observationes de electromagnetismo. Erlang. 1821.

Burdach, Bericht von der anatomischen Anstalt zu Königsberg. Königsberg 1822.

Dulk, über Elektromagnetismus. Königsberg. 54 S.

## Theorien des Elektromagnetismus.

Oersted, Betrachtungen über den Elektromagnetismus. Schweigg. Journ. 32. p. 199., 33. p. 123. (Bewegung der Elektricität in Schraubenlinien.

Prechtl, über die wahre Beschaffenheit des magnetischen Zustandes des Schliessungsdrathes in der Voltaschen Säule. Gilb. Ann. 67. p. 259. (Der Schliessungsdraht, ein Transversalmagnet mit mehrfacher Polarität.)

Erman, Umrisse zu den physischen Verhältnissen des von Oersted entdeckten elektrochemischen Magnetismus. Berlin 1821. 8. 112 S. Gilb. Ann. 67. p. 382. (Diagonaloide Polarisation.)

Berzelius, lettre sur l'état magnétique des corps, qui transmettent un courant d'électricité. Ann. de Ch. et de Ph. 16. p. 113. (Vier Pole.)

Althauss, Versuche über den Elektromagnetismus, nebst einer kurzen Prüfung der Theorie des Hrn. Ampère. Heidelberg 1801. 37 S. (Dieselbe Ansicht.)

Muncke, Versuche über den Elektromagnetismus, zur Begründung einer genügenden Erklärung desselben. Gilb. Ann. 70. p. 141. 71. p. 20. (Schliessungsdraht doppelt transversal.)

Raschig, Versuche zur Prüfung von Munckes Erklärung des Elektromagnetismus. Gilb. Ann. 71. p. 39.

Kries, über Munckes Ansicht. ib. 71. p. 85.

Gilbert, über Munckes Ansicht. ib. 71. p. 64.

Faraday, on electromagnetic motions and the theory of electromagnetism. Roy. Inst. 1821. Sept. (Die Hälfte des Magnets sucht um den Leiter zu kreisen.)

Seebeck, über den Magnetismus der galvanischen Kette. Berlin 1822. 4. 58 S. (Der Draht ist circumpolar.)

Pohl, Versuche und Bemerkungen über den Zusammenhang des Magnetismus mit der Elektricität und dem Chemismus. Gilb. Ann. 69. p. 171. u. 71. p. 147. (Dieselbe Ansicht.)

Biot, sur l'aimantation inprimée aux métaux par l'électricité en mouvement. Journal des Savans. 1821.

## Mathematische Theorien.

Barlow, an essay on magnetic attractions and on the laws of terrestrial and electromagnetism. London 1823. (Princip: every particle of the galvanic fluid in the conducting wire acts on every particle of the magnetic fluid in a magnetic needle, with a force varying inversely as the square of the distance, but the action is a tangential force which has a tendency to place the poles of either fluid at right angles to those of the other; whereby a magnetic particle, supposing it under the influence of the wire only, would always place itself at right angles to the line let fall from it perpendicular to the wire, and to the direction of the wire at that point.)

Ampère, mémoire sur la théorie mathématique des phénomènes électrodynamiques. Mém. de l'Acad. de Par. VI. 1823. p. 175.

Ampère, mémoire sur la détermination de la formule qui représente l'action mutuelle de deux portions infiniment petites de conducteurs voltaiques. 10. Jan. 1822. Ann. de Ch. et de Ph. 20. p. 398—419.

Ampère, récueil. p. 207.

Ampère, note sur l'action mutuelle d'un aimant et d'un conducteur voltaique. Ann. de Ch. et de Ph. 37. p. 113.

Savary, mémoire sur l'application de calcul aux phénomènes électriques. Paris 1823. (Extrait, Ann. de Ch. et de Ph. 22. p. 91.)

Guérin, action mutuelle des fils conducteurs de courants électriques. 8. Paris 1828.

Liouville, démonstration d'un théorème d'électricité dynamique. Ann. de Ch. et de Ph. 41. p. 415. (L'action mutuelle de deux éléments voltaiques est dirigée suivant la droite qui joint leurs milieux.)

## Besondre elektromagnetische Erscheinungen.

### A. Wirkung des Schliessungsdrathes auf Magnete.

Oersted, experimenta circa efficaciam conflictus electrici in acum magneticam. Hafniae 21. Juni 1820. Gilb. Ann. 66. p. 295. (Entdeckung des Gebietes.)

Oersted, expérience électromagnetique. Ann. de Ch. et de Ph. 22. p, 201. (Die Wirkung des Schliessungsdrahtes bleibt dieselbe beim Drehen um seine Achse.)

1) Abnahme mit der Entfernung.

Biot, note sur le magnetisme de la pile de Volta. Ann. de Ch. et de Ph. 15. p. 222. Gilb. Ann. 66. p. 392.

Biot et Savart, sur la mesure de l'action exercée à distance sur une particule de magnétisme par un fil conjonctif. Journ. de ph. 91. p. 151. (Abnahme im Verhältniss der Entfernung.)

Seebeck, über den Magnetismus der galvanischen Kette. Abh. der Berl. Akad. 1820. 21. p. 289. (Die Gleichgewichtsgrenze der Wirkung zweier parallelen, im magnetischen Meridian lothrecht übereinander entgegengesetzt fliessender Ströme auf eine Magnetnadel ausserhalb ist eine Hyperbel.)

Hansteen, über einen Versuch des Dr. Seebeck und über das Gesetz der elektromagnetischen Kraft. Gilb. Ann. 70. p. 175. (Abnahme im Verhältniss der Entfernung.)

Schmidt, Beschreibung einer einfach eingerichteten astatischen Magnetnadel und einiger damit angestellter Versuche, das Gesetz der elektromagnetischen Anziehungen und Abstossungen betreffend. Gilb. Annalen. 70. p. 243. (Dasselbe Gesetz abgeleitet aus Versuchen von.

Bechstein, Versuche über die Einwirkung der galvanischen Elektricität auf die Magnetnadel. Gilb. Ann. 67. p. 371. (Wirkung des Schliessungsdrahtes unter verschiedenen Winkeln. Wirkung eines gegen den Meridian geneigten Drahtes.)

Schmidt, Gesetze der Anziehung eines galvanisch-elektrischen Stroms und eines Prechtlschen Transversalmagneten auf die Magnetnadel, abgeleitet aus der Anziehung der einzelnen Punkte und Vergleichung mit der Erfahrung. G. A. 71. p. 387.

Pouillet, condition d'équilibre d'une aiguille aimantée soumise à l'action d'un courant rectiligne indéfini. Elémens de physique 2. éd. I. p. 247.

2) Wirkung eines lothrechten Schliessungsdrahtes auf den Magnet.

Faraday, mémoire sur les mouvements électromagnetiques et la théorie du magnetisme avec des notes par Savary et Ampère

Ann. de Ch. et de Ph. 18. p. 337—379. Gilb. Ann. 71. p. 124.

**Pfaff**, über das verschiedene Verhalten verschiedener Stellen einer und derselben Hälfte einer Magnetnadel im elektromagnetischen Conflicte. Gilb. Ann. 74. p. 249.

**Poggendorff** in Okens Isis. 1821. p. 690.

### 3) Wirkung eines Magneten auf den Schliessungsdraht.

**Ampère**, note sur un appareil à l'aide duquel on peut vérifier toutes les propriétés des conducteurs de l'électricité voltaique. Ann. de Ch. et de Ph. 18. p. 88.

**de la Rive**, zwei kleine elektrisch-magnetische Apparate zum Anstellen der Ampèreschen Versuche. Gilb. Ann. 69. p. 81. (Schwimmende Kette.)

**Raschig**, einfachste Darstellung eines Magneten durch einen galvanisch-elektrischen Strom. Gilb. Ann. 69. p. 206. (Aufhängen der Kette an Seide.)

**Erman**, Umrisse zu den physischen Verhältnissen des elektrochemischen Magnetismus.

### 4) Wirkung der Erde auf den Schliessungsdraht.

**Ampère**, mémoire sur l'action, exercée sur un courant électrique par un autre courant, le globe terrestre et un aimant. Ann. de Ch. et de Ph. 15. p. 188.

**de la Rive**, mémoire sur l'action, qu'exerce le globe terrestre sur une portion mobile du circuit voltaique. Bibl. univ. 21. p. 29. Ann. de Ch. et de Ph. 21. p. 24.

**Ampère**, addition au mémoire précédent. Ann. de Ch. et de Ph. 21. p. 48.

**Steffens**, Versuch zur Darstellung des Verhältnisses des Elektromagnetismus zum Erdmagnetismus. Kastn. Arch. 7. p. 273.

**Pohl**, zur Lehre vom Elektromagnetismus. Kastn. Arch. 9. p. 1., 11. p. 161.

**Pohl**, Versuche über die Einwirkung des Erdmagnetismus auf bewegliche Elektromagnete (Leiter). Gilb. Ann. 74. p. 389. und 75. p. 269.

**Pohl**, Uebersicht der Verhandlungen der schlesischen Gesellschaft für vaterländische Kultur. 1841. p. 85.

B. Wirkung zweier Schliessungsdrähte auf einander.

Ampère, de l'action mutuelle de deux courants électriques. §. 1. Ann. de Ch. et de Ph. 15. p. 57—76., 170—218. Gilb. Ann. 67. p. 113. 225. (Gleichfliessende Ströme ziehen einander an, ungleichfliessende stossen einander ab.)

Apparate dazu.

Notes sur quelques appareils propres à simplifier la démonstration des phénomènes électro-dynamiques. Ann. de Ch. et de Ph. 57. p. 204.

Roget, Electromagnetism. §. 173. (Verkürzung eines spiralförmigen Schliessungsdrahtes durch gegenseitige Anziehung seiner Windungen.)

Barlow, Electromagnetism. Fig. 63.

Wirkung der aufeinderfolgenden Theile eines Stromes.

Ampère, théorie des phénomènes électro-dynamiques. p. 39.

Lenz, über eine Erscheinung, die an einer grossen Wollastonschen Batterie beobachtet wurde. Pogg. Ann. 47. p. 46.

C. Rotationen.

Wollaston, Phil. Trans. 1823. p. 158. (Andeutung derselben.)

Faraday, on electromagnetic motions and the theory of magnetism. Roy. Inst. 1821. Sept. Gilb. Ann. 71. p. 124., 72. p. 123.

Ampère et Savary, notes sur ce mémoire. Ann. de Ch. et de Ph. 18. p. 370.

Ampère, exposé sommaire des nouvelles expériences électro-magnétiques, faites par différens physiciens, depuis le mois de mars 1821 lu 8 Aout 1822. Journ. de phys. 94. p. 61. Notes sur cet exposé etc. Ampère recueil. p. 207—237.

Ampère, reponse à la lettre de Mr. van Beek sur une nouvelle expérience électro-magnétique. Journ. de ph. 93. p. 447.

Ampère, expériences relatives à de nouveaux phénomènes électrodynamiques. Ann. de Ch. et de Ph. 20. p. 60. (Rotation des Leiters durch einen Leiter.) Gilb. Ann. 72. p. 257.

Ampère, lettre à Mr. Gerhardi sur divers phénomènes électrodynamiques. Ann. de Ch. et de Ph. 29. p. 373.

Marsch, Tilloch Phil. Mag. 1822. Jun. Bibl. univ. 20. p. 250.

(Rotirende Platte der Kette auf dem Schenkel eines Hufeisens.)

Schweigger, über Elektromagnetismus. Schweigg. Journ. 46. p. 1—72., 48. p. 289—352.

Sturgeon, account of an impoved electromagnetic apparatus. Ann. of Phil. 1826. vol. 12. p. 357. (Rotation des Leiters um einen Elektromagnet.) Ann. of Electricity 8. p. 81. 228. 337.

Lewthwaite, new form of an experiment in electromagnetism. Ann. of Phil. 1827. vol. 2. p. 459. (Rotation des Leiters und Magnets beider um einander.)

Pouillet, Elémens de physique. 3. éd. 1. p. 528.

Nobili, apparrechio particolare per il giro de Faraday. Mem. 2. p. 14.

Watkins, a popular sketch of elektromagnetism and electrodynamics. London 1828. p. 78. (rotirende cylindrische Spiralen um einen Magnet im Innern.

Knochenhauer, über ein galvanisches Flugrad. Pogg. Ann. 45. p. 149.

## Rotirende Flüssigkeiten.

Davy, on a new phaenomenon of Electro-magnetism. Ph. Tr. 1823. p. 153. (Rotation des Quecksilbers um den Magnet.)

de la Rive, récherches sur le mode de distribution de l'électricité dynamique dans les corps, qui lui servent de conducteurs. (Im hohlen Magnet.)

Ritchie, experimental researches in voltaic electricity and electromagnetism. Ph. Tr. 1832. p. 89. (Rotation des Wassers.)

Fechner, elektromagnetischer Rotationsapparat für Flüssigkeiten. Schweigg. Journ. 57. p, 15.

## Apparate zu elektromagnetischen Versuchen überhaupt.

Die Handbücher von Roget, Barlow, Fechner, Pohl, Sturgeon, Watkins.

Nobili, memorie ed osservazioni edite colla descrizione ed analisi de suoi apparati ed instrumenti. Firenze 1834. 2 vol.

Ampère. appareil. Ann. de Ch. et de Ph. 18. p. 88. u. Récueil des observations.

de la Rive, zwei kleine elektrisch-magnetishe Apparate zum Anstellen der Ampèreschen Versuche. Gilb. Ann. 69. 81.

Pohl, der Gyrotrop, eine nützliche und bequeme Vorrichtung bei elektromagnetischen Versuchen. Kastn. Arch. 13. p. 49.

Gilbert, Untersuchung über die Einwirkung des geschlossenen galvanisch-elektrischen Kreises auf die Magnetnadel. Gilb. Ann. 66. p. 331—392. (Einfacher Apparat zu Oersteds Grundversuchen.)

Schweigger, über Elektromagnetismus. Schweigger Journ. 46. p. 1—72., 48. p. 289—352.

Siehe Galvanometer unter Galvanismus.

## D. Magnetisirungserscheinungen des Schliessungsdrahtes.

Arago, expériences relatives à l'aimantation du fer et de l'acier par l'action du courant électrique. Ann. de Ch. et de Ph. 15. p. 93. Gilb. Ann. 66. p. 311.

Seebeck, Magnetismus der galvanisshen Kette. p. 44.

Erman, ib. p. 50. (Aufgeschnittene Stahlscheibe.)

Gay Lussac und Welter, in Ann. de Ch. et de Ph. 22. p. 93.

H. Davy, on the magnetic phaenomena produced by electricity. Phil. Tr. 1821. p. 7. 425. Gilb. Ann. 71. p. 225.

van Beek, Moll, van Rees und van der Bos, Versuche über das Magnetisiren des Stahls durch Maschinenelektricität. Gilb. Ann. 72. p. 12.

Yelin, über den Zusammenhang der Elektricität und des Magnetismus. Gilb. Ann. 66. p. 395. und 68. p. 17,

Boeckmann, kurzer Bericht von seinen Versuchen über die Wirkung des geschlossenen Voltaisch elektrischen Kreises auf die Magnetnadel, und über die Erregung des Magnetismus im Stahl durch die gewöhnliche Maschinenelektricität. Gilb, Ann. 61. p. 1.

de la Borne, Ann. de Ch. et de Ph. 16. p. 194.

Pfaff, Erscheinungen und Gesetze des Magnetisirens der Stahlnadeln mittelst gemeiner Elektricität auf einer ebenen Spirale aus Draht. Gilb. Ann. 69. p. 84.

Savary, mémoire sur l'aimantation. Ann. de Ch. et de Ph. 34. p. 5.

Fechner, über transversale Magnetisirung stählerner Schliessungsbogen. Schweigg Journ. 63. p. 249.

Elektromagnete.

Sturgeon, on electromagnets. Phil. Mag. 11. p. 195.

Watkins, on the magnetic powers of soft iron. Phil. Trans. 1833. p. 333.

Henry und Ten Eyk, Silliman. Americ. Journ. 19. p. 400.

Moll, sur la force magnétique, que peuvent prendre des barreaux de fer sous l'influence des courants électriques. Ann. de Ch. et de Ph. 50. p. 314.

Moll, sur l'influence de la grandeur des éléments voltaiques pour développer la force magnétique dans le fer doux. ib. 50. p. 331.

Sturgeon, an experimental investigation of the influence of electric currents on soft iron as regards the thickness of metal requisite for the full display of magnetic action, and how far thin pieces of iron are available for practical purposes. Sturgeon Ann. of El. 1. p. 470.

Pfaff, über kräftige Elektro-Magnete mit grossen und sehr kleinen Hufeisen. Pogg. Ann. 52. p. 303.

Parrot, über hohle Elektromagnete. Bullet. scientifiq. de l'Acad. de St. Petersb. 1. p. 121.

Pfaff, Versuche über den Einfluss der Eisenmasse der Elektromagnete auf die Stärke des Magnetismus bei gleicher Stärke des elektrischen Stromes. Pogg. Ann. 50. p. 636. 53. p. 309.

Alexander, über plötzliche und vollkommne Entfernung der Anziehungskraft an Elektromagneten. Pogg. Ann. 56. p. 455.

Rainey, on the feeble attraction of the electromagnet for small particles of iron. Lond. and Edinb. Ph. M. 9. p. 72. 220. 469.

Ritchie, on the cause of the remarkable difference between the attraction of a permanent and of a electromagnet on soft iron at distance. ib. 9. p. 80.

Magnus, über die Wirkung des Ankers auf Elektromagnete und Stahlmagnete. Pogg. Ann. 38. p. 417.

Fechner, über das Gesetz, nach welchem die Tragkraft weichen Eisens mit der Grösse des darauf einwirkenden Stromes wächst. Schweigg. Journ. 69. p. 274.

Fechner, de nova methodo magnetismum explorandi, qui per actionem galvanicam in ferro ductili excitatur. Lips. 4. 1835.

Lenz und Jacobi, über die Gesetze der Elektromagnete. Pogg.

Ann. 47. p. 225. 401. Bullet. de l'Ac. de St. Pete Juli. V. No. 2.

Jacobi, der elektromagnetische Krafthebel. Pogg. Ann. 5

Fechner, de magnetismo variabili, qui chalybi actione inducitur. Lips. 4. 1835.

Joule, investigations in magnetism and electromagnetis Ann. of El. 4. p. 131.

Joule, on electromagnetic forces. ib. 4. p. 474. 5. p. (Magnet aus der Länge nach geschnittenem hohlem C

Rudford, description of a novel form of electromagne Ann. 6. p. 431.

Joule, description of a new electromagnet. Sturg. Ann. 6.

Weber, über magnetische Friction. Resultate d. magn 1840. p. 46. (Radmagnet.)

E. Elektromagnetismus als bewegende Kr

Ritchie, on the continued rotation of a closed voltai by an other closed circuit. Lond. and Ed. Ph. Mag. (Princip der continuirlichen Bewegung durch Umkel Stromes.)

v. Kramer, Notiz über einen neuen, durch Einfluss des netismus wirksamen elektro-magnetischen Apparat. P 43. p. 304.

dal Negro. nuova macchina elettro-magnetica immagi ab. dal Negro. Annali delle science del Regno Lo 1834. Maerz.

Stratinghu Becker. Konst und Letterbode. 1835. D

Botto, note sur une machine locomotive, mise en m par l'électromagnetisme. Mem. di Torino. 1836. p. 1

Jacobi, mémoire sur l'application de l'électromagnétisme vement des machines. Potsdam 1835. 8. 54. S.

Jacobi, expériences électro-magnétiques, formant suit moire sur l'application de l'électro-magnétisme au m des machines. 8. 30 S.

Jacobi, über die Principien der elektromagnetischen M Pogg. Ann. 51. p. 358.

Vorsselman de Heer, über den Elektromagnetismus a gende Kraft. Pogg. Ann. 47. p. 76.

Sturgeon, description of an electro-magnetic engine for turning machinery. Sturg. Ann. of El. 1. p. 75.

Davenport, specification of a patent for the application of electro-magnetism to the propelling of machinery. Sturg. Ann. of El. 2. p. 347. 158. 257.

Davenport, recent experiments in electromagnetic machinery. ib. 2. p. 284.

Page, experiments in electro-magnetism. Sill. Amer. Journ. 1837. Oct. Sturg. Ann. 1. p. 214.

Connell, on a revolving electro-magnetic machine. ib. 2. p. 123.

Weber, über magnetische Friction. Result. d. Gött. Ver. 1840. p. 46.

### F. Elektromagnetische Telegraphie.

Lenz, über die praktischen Anwendungen des Galvanismus. Petersb. 1839. 8. 68 S. (Schilling v. Canstadt.)

Gauss u. Weber in Schumacher's astronom. Jahrbuch. 1836. p. 37.

Steinheil, über Telegraphie insbesondere durch galvanische Kräfte. München 1838. 4. 30 S.

Morse, Télégraphe électromagnétique. Ann. de Ch. et de Ph. 72. p. 219.

Wheatstone, Examination of Pr. Wheatstone and Charles A. Saunders, Secret. of the great western rail way. Sturg. Ann. of El. 5. p. 337.

Vorsselmann de Heer, théorie de la télegraphie électrique, avec la description d'un nouveau télégraphe, fondé sur les actions physiologiques de l'électricité. Bullet. des scienc. phys. en Neerl. 1839. p. 135. Pogg. Ann. 46. p. 513.

## II. Inductionserscheinungen.

### A. Rotationsmagnetismus.

#### 1) Vor Faraday's Entdeckung der Induction.

Arago, de l'influence que tous les métaux exercent sur l'aiguille aimantée. Ann. de Ch. et de Ph. 27. 363. (Entdeckung des Gebietes.)

Arago, sur les déviations que les métaux en mouvement font éprouver à l'aiguille aimantée. ib. 28. p. 325.

Arago, note concernant les phénomènes magnétiques le mouvement donne naissance. Ann. de Ch. et p. 213. (Repulsion des Magnets durch die rotirende

Nobili et Bacelli, sul magnetismo del rame a di altr Nobili Mem. 1. p. 15. Bibl. univ. 1826. Janv.

Seebeck, von den in allen Metallen durch Vertheilun genden Magnetismus. Abh. der Berl. Akad. 1825.

Christie, on the magnetism developed in copper and stances during rotation. Ph. Tr. 1825. p. 117.

Babbage and Herschel, account of the repetition of gos experiments on the magnetism manifested by v stances during the act of rotation. Phil. Tr. 182 (Einfluss der Schnitte.)

Harris, on the transient magnetic state of which va stances are susceptible. Ph. Tr. 1831. p. 67.

Prevost et Colladon, bibl. univ. 29. p. 316. (Abhän Ablenkung von der Geschwindigkeit der Drehung u nung der Scheibe.)

Haldat, expériences sur le magnetisme par rotation. A et de Ph. 39. p. 232.

Saigey, expériences sur le magnetisme par rotation. B 1828. Jul. p. 33. Pogg. Ann. 15. p. 88.

Baumgartner, neue Versuche über die Bewegung eine nadel durch schnell rotirende Metalle. Baumgartn. p. 146.

Pohl, über die durch Schwingungen, Rotation und versichtbarte Gegenwirkung zwischen der Magnetnad dern metallischen oder nicht metallischen Substanz Ann. 8. p. 369.

Poisson, mémoire sur la théorie du magnétisme en m Mém. de l'Acad. de l'Inst. 6. p. 439.

2) Nach Faraday's Entdeckung der Induct

Faraday, on Aragos magnetic phenomena. Experim searches. series I. 81—139. Nv. 1831., series II., 1 Phil. Trans. 1832. p. 163.

Nobili et Antinori, sopra la forza elettromotrice del m Antologia di Fir. No. 131. Nov. 1831. Mem. 1. p. 2 de Ch. et de Ph. 48. p. 412.

Nobili et Antinori, sopra vari punti di magneto-elettrismo. Antol. No. 138.

Nobili et Antinori, nouvelles expériences électro-magnétiques. Ann. de Ch. et de Ph. 50. p. 280.

Faraday, lettre à Mr. Gay-Lussac sur les phénomènes électro-magnétiques. ib. 51. p. 404.

Nobili, teoria fisica delle induzione elettro-dinamiche. Mem. 1. p. 255. Nov. 1832. Pogg. Ann. 24. p. 621., 27. p. 401.

Sturgeon, on the distribution of magnetic polarity in metallic bodies. Phil. Mag. 11. p. 270., 324. Lond. and Ed. Ph. M. 1. p. 31.

## B. Magnetoinduction und Nebenstrom.

Faraday, Experimental researches in electricity.

Series I. 1) on the induction of electric currents. 1—26.

2) on the evolution of electricity from magnetism. 27—59.

3) on a new electrical condition of matter. 60—60.

4) on Aragos magnetic phenomena. 81—39. 24. Nov. 1831. Ph. Tr. 1832. p. 125. Pogg. Ann. 25. p. 91.

Series II. 5) terrestrial magneto-electric induction. 140—192.

6) general remarks and illustrations of the force and direction of magneto electric induction. 192—264. 12. Jan. 1832. Phil. Trans. 1832. 164. Pogg. Ann. 25. p. 142.

Christie, experimental determination of the laws of magneto-electric induction in different masses of the same metal and of its intensity in different metals. Ph. Tr. 1833. p. 95.

Nobili et Antinori, sopra vari punti di magneto-elettrismo. Antol. No. 138. (Funken.)

Botto, notice on the chemical action of the magneto-electric currents. Lond. and Edinb. Ph. M. 1. p. 441.

Ritchie, Experimental researches in Electro-magnetism and magneto-electricity. Ph. Tr. 1833. p. 313.

Sturgeon, on the theory of magnetic electricity. Ann. of El. 1. p. 251.

Dove, magnetoelektrische Elektromagnete. Pogg. Ann. 29. p. 462.

Lenz, über die Gesetze, nach welchen der Magnet auf eine Spirale einwirkt, wenn er ihr plötzlich genähert oder von ihr entfernt wird, und über die vortheilhafteste Construction der

Spiralen zu magneto-elektrischem Behufe. Poggend. Ann. 34. p. 385.

Lenz, über die Bestimmung der Richtung des durch elektro-dynamische Vertheilung erregten galvanischen Stromes. Pogg. Ann. 31. p. 483. (Berichtigung v. Ritchies Regeln.)

Erman, über Erzeugung von Elektromagnetismus durch blosse Modification der Vertheilung der Polarität in einem unbewegten Magnet. Abh. d. Berl. Akad. 1832. p. 17.

Dove, über inducirte Ströme, welche bei galvanometrischer Gleichheit ungleich physiologisch wirken. Pogg. Ann. 49. p. 72.

Abria, récherches sur les lois de l'induction des courants par les courants. Ann. de Ch. et de Ph. 1841. p. 1—65. 1843 v. 7. p. 462.

Masson et Brequet fils, mémoire sur l'induction. Ann. de Ch. et de Ph. 1842. 4. p. 129—153.

Gauss, Erdmagnetismus und Erdmagnetometer. Schumach. astr. Jahrb. 1836. 1.

W. Weber, das Inductionsinclinatorium. Result. d. Gött. Ver. 1837. p. 81.

W. Weber, Beweglichkeit des Magnetismus im weichen Eisen. ib. 1838. p. 118.

W. Weber, unipolare Induction. ib. 1839. p. 63.

## Nebenström der Leidner Flasche.

Henry, Contributions to electricity and magnetism. Trans. of the Amer. Phil. Soc. vol. VI. Pogg. Ann. Erg. p. 282.

Marianini, sulle correnti per indusione leida-elettrica in Memorie di fisica sperimentale. Modena 1838. Arch. de l'élect 3. p. 29.

Riess, Magnetisirung und Wärmeerzeugung mittelst einer durch den Schliessungsdraht der elektrischen Batterie erregten Stromes. Pogg. Ann. 47. p. 55.

Riess, über die Verzögerung der elektrischen Entladung durch Leiter, welche dem Schliessungsdrahte der Batterie nahe stehen. Pogg. Ann. 49. p. 393.

Riess, fortgesetzte Untersuchungen über den Nebenstrom der elektrischen Batterie. Pogg. Ann. 50. p. 1.

Riess, über das Maximum der Wirkung eines Nebendrahts auf die Entladung der elektrischen Batterie. Pogg. Ann. 51. p. 177

Riess, über die Richtung des elektrischen Nebenstromes. Pogg. Ann. 51. p. 351.

Dove, über die durch Magnetisirung des Eisens vermittelst Reibungselektricität inducirten Ströme. Pogg. Ann. 54. p. 305.

Dove, über den Magnetismus der sogenannten unmagnetischen Metalle. Pogg. Ann. 54. p. 325.

Matteucci, induction de la décharge de la batterie. Biblioth. univ. 1840. Oct. p. 122. Arch. de l'élect. 1. 136.

Knochenhauer, Versuche über die gebundene Elektricität. Pogg. Ann. 58. p. 391. u. 60. p. 70.

C. Gegenstrom (Extracurrent).

Faraday, on the magneto-electric spark and shock, and on a peculiar condition of electric and magneto-electric induction. Lond and Ed. Ph. Mag. 1834. Dec.

Faraday, on the influence by induction of an electric current on itself and on the inductive action of electric currents generally. Series IX. 1048—1118. 24. Jan. 1835. Ph. Tr. 1835. p. 39. Pogg. Ann. 35. p. 413.

Henry, on the influence of a spiral conductor in increasing the intensity of electricity from a galvanic arrangement of a single pair. Sturg. Ann. of El. 1. p. 282.

Moser, Repertorium I. p. 328.

Magnus, über die Wirkung des Ankers auf Elektromagnete und Stahlmagnete. Pogg. Ann. 38. p. 417.

Sturgeon, an experimental investigation of the laws which govern the production of electric shocks from a single voltaic pair of metal. Ann. of Electr. 1. p. 192.

Page, method of increasing shocks and experiments with Prof. Henry's apparatus for obtaining sparks and shocks from the calorimotor. ib. 1. p. 290.

Masson, de l'induction d'un courant sur lui même. Ann. de Ch. et de Ph. 60. p. 6.

Jacobi, über die Inductionsphänomene beim Oeffnen und Schliessen einer Volta'schen Kette. Bull. de l'Acad. de St. Petersb. III. No. 21.

Dove, über den Gegenstrom zu Anfang und zu Ende eines primären. Pogg. Ann. 56. p. 251.

Bachhoffner, letter to Sturgeon. Ann. of Elect. 1. p. 496.

Magnus, über die Wirkung von Bündeln von Eisendraht beim Oeffnen der galvanischen Kette. Pogg. Ann. 48. p. 95.

## Gegenstrom der Thermokette.

Linari, Compte rend. 1836. II. p. 46.

Wheatstone, on the thermoelectric spark. Lond. and Ed. Ph. Mag. 10. p. 414.

Watkins, on thermoelectricity. Lond. and Ed. Ph. Mag. 11. p. 304.

Dove, Untersuchungen im Gebiete der Inductionselektricität. p. 37.

## Gegenstrom der Kleistischen Flasche.

Dove, über die durch Magnetisirung des Eisens vermittelst Reibungselektricität inducirten Ströme. Pogg. Ann. 54. p. 305.

## Nebenströme höherer Ordnung.

Henry, Contributions to electricity and magnetism. Trans. of the Americ. Phil. Soc. vol. VI. Pogg. Ann. Erg. p. 282.

Marianini, des courants électriques que détermine l'induction opérée par des courants électriques instantanés. Arch. de l'électr. 3. p. 29.

Dove, Einfluss der Anwesenheit des Eisens bei inducirten Strömen höherer Ordnungen. Untersuchungen im Gebiete der Inductionsel. p. 65.

## Magneto-elektrische Maschinen.

Pixii, nouvelle construction d'une machine électro-magnetique. Ann. de Ch. et de Ph. 50. p. 322.

Watkins, on magneto-electric induction. Lond. and Ed. Ph. M. 7. p. 107.

Saxton, on his magneto-electric machine. Lond. and End. Ph. Mag. 9. p. 262.

Stratingh, beschrijving van een verbetert Faradaisch magnetisch-elektrisch werktuig. Natuur and Skeik. Arch. 1836. p. 1.

Clarke, a description of a magnetic electrical machine. Sturgeon Ann. of El. 1. p. 145.

Clarke, in reply to Mr. Saxtons article. Lond. and Ed. Ph. M. 10. p. 455.

Lenz, Beiträge zur Theorie der magnetischen Maschinen. Pogg. Ann. 57. p. 211.

Clarke, account of a series of experiments with a large magneto-electrical machine. Mem. of the Elect. Soc. 1. p. 72.

Sturgeon, description of a magnetic electrical machine having no iron armature. Ann. of El. 2. p. 284.

Ritchie, on the electric spark and shock from a permanent magnet. Lond. and Ed. Ph. M. 10. p. 280.

dal Negro, new experiments relative to the action of magnets on electro-dynamic spirals and description of a new electromotive battery. Lond. and Ed. Ph. M. 1. p. 45.

W. Weber, der Inductor zum Magnetometer. Res. des Gött. Ver. 1838. p, 36.

W. Weber, der Rotationsinductor. ib. 1838. p. 112.

Pohl, Beschreibung eines besonders zu chemischen Wirkungen dienlichen magnetroelekt. Apparats. Pogg. Ann. 34. p. 185. 500.

Gills, a description of a new form of magneto-electric machine and an account of carbon battery of considerable energy. Sturgeon Ann. of El. 5. p. 395.

Wright, on electro-magnetic coil machines. ib. 5. p. 349.

Henley, on an electro-magnetic machine, ib. 7. p. 323.

Wright, on a new electro-magnetic engine. ib. 5 108.

Bachhoffner, on the electro-magnetic machine. Sturg. Ann. of El. 2. p. 207.

Dove, Differentialinductor. Untersuchungen im Gebiete der Inductionselektricität. p. 10—18., 39—41.

Stripe, description of a new coil machine. Sturg. Ann. of El. 7. p. 211.

Nesby, on electro-magnetic coil machines. ib. 2. p. 203., 381.

Neef, über einen neuen Elektromotor. Pogg. Ann. 46. p. 104. 50. p. 236.

## Eigenschaften alternirender Ströme.

de la Rive, récherches sur les propriétés des courants magneto-électriques. Mém. de la société de Génève. VIII. p. 191. Pogg. Ann. 45. p. 163.

de la Rive, mémoire sur quelques phénomènes chimiques, qui se manifestent sous l'action des courants électriques développés par induction. Mém. de la soc. de Génève. IX. p. 161.

Lenz, über die Eigenschaften der magneto-elektrischen Ströme, eine Berichtigung des Aufsatzes des Hrn. de la Rive über denselben Gegenstand. Pogg. Ann. 48. p. 385.

de la Rive, nouvelles récherches sur les propriétés des courants électriques discontinus et dirigés alternativement en sens contraire. Arch. de l'électr. 1. p. 175.

Poggendorff, über einige Magnetisirungserscheinungen. Pogg. Ann. 45. p. 353.

## III. Galvanismus.

### 1. Geschichte des Galvanismus.

Sué, histoire complette du galvanisme depuis sa découverte en 1789 jusqu'à ce jour, avec le détail des expériences faites et des écrits publiés sur ce phénomène. 4. vol.

Tromsdorff, Geschichte des Galvanismus oder der galvanischen Elektricität, vorzüglich in chemischer Hinsicht. Erfurt 1808.

Ritter, Beiträge zur nähern Kenntniss des Galvanismus. Jena 1800—1805.

Pfaff, Uebersicht über den Voltaismus und die wichtigsten Sätze zur Begründung einer Theorie desselben. Stuttg. 8. 1804.

Bostock, an account of the history and presente state of galvanism. London 1818. 8.

Deluc, traité élémentaire sur le fluide électrico-galvanique. Paris 1804. 2 vol. 8.

Collezione dell opere del Cavaliere Conte Alessandro Volta. Firenze 1816. 3 vol. 8.

Weber, der Galvanismus, eine Zeitschrift. Landshut, 1822. 3.

Aldini, Traité théorique et expérimental sur le galvanisme. Paris 1804. 2 vol. 8.

Wilkinson, elements of galvanism. 1824. 8. 2 vol.

Singer, elements of electricity and chimistry. üb. v. Müller, Elemente der Elektricität und Elektrochemie, mit Anmerkungen, welche die neuesten elektrischen Entdeckungen enthalten. Berlin 1819. 8. 502 S.

### 2. Volta's Fundamentalversuch.

Volta, sull electricita eccitata dal contatto de conduttori dissimili. Brugnatelli An. di Ch. 13. p. 226.

Volta, on the electricity excited by the mere contact of conducting substances of different kinds. Ph. Tr. 1800. p. 403.

Annali di Chimica. Tom 14. Ritter, Beiträge zur näheren Kenntniss des Galvanismus. I., St. 3. Ann. de Ch. 29. p. 91.
Rapport fait à la classe des sciences mathématiques et physiques de l'institut national sur les expériences du citoyen Volta. Paris 4. Gilb. Ann. 10. p. 389.
Pfaff, über Volta's Fundamentalversuch. Gilb. Ann. 68. p. 273.
Egen, Bemerkung über die durch Berührung erregte Elektricität. Gilb. Ann. 69. p. 385.
Schmidt, Wiederholung von Volta's Fundamentalversuchen. Gilb. Ann. 70. p. 229.
Bischof und v. Münchow, über die durch Berührung ungleichartiger und gleichartiger Metalle erregte Elektricität. Pogg. Ann. 1. p. 279.
Pfaff, über den Voltaschen Fundamentalversuch, mit Rücksicht auf einen Aufsatz d. Hrn. Bischof und v. Münchow. Schweigg. Journ. 46. p. 129.
Fechner, Beitrag zu den galvanischen Fundamentalversuchen. Schweigg. Journ. 53. p. 429.
Fechner, über einen Apparat zur Anstellung der Voltaschen Grundversuche. Pogg. Ann. 41. p. 225.
Fechner, einige Versuche zur Theorie des Galvanismus. Pogg. Ann. 43. p. 433.
Péclet, recherches sur le développement de l'électricité statique pendant le contact des corps. Arch. de l'électricité. 1. p. 621.
Belli, description de quelques expériences faites avec un nouvel appareil sur l'origine de l'électricité voltaique. Arch. de l'élect. 1. p. 651.

## Gegen Volta.

de la Rive, récherches sur la cause de l'électricité voltaique. Mém. de la Société de Ph. et d'Hist. nat. de Génève; prem. partie: récherches des causes, qui déterminent la production de l'électricité voltaique sous forme de courant, IV. p. 285.; seconde partie: récherche des causes, qui déterminent la production de l'électricité dite de contact sous forme de tension. VI, p. 149. u. VII. p. 487.
de la Rive, über die Voltasche Elektricität und über die die chemischen Actionen begleitende Elektricität. Compt. rend. 1835. p. 312. Pogg. Ann. 37. p. 312.

Becquerel, du degagement de l'électricité qui résulte du contact de deux métaux. Ann. de ch. et de ph. 38. p. 113.

Walcker, über die Ursachen, welche Elektricität erregen. Pogg. Ann. 4. p. 301. 443.

Parrot, Handbuch der Physik. II. p. 554. Gilb. Ann. 61. p. 283.

Parrot, sur les phénomènes de la pile voltaique. Ann. de Ch. et de Ph. 42. p. 45.

Gautherot, récherches sur les causes qui développent l'électricité dans les appareils galvaniques. Journ. de Ph. 56. p. 429.

3. Contact-Theorie.

Volta, de l'électricité dite galvanique. Ann. de Ch. 40. p. 255. Gilb. Ann. 10. p. 421.

Volta, sull identita del fluido electrico ed fluido galvanico. Brugn. Ann. 19. p. 38. 163.

Volta, réponse aux observations de Nicholson sur sa théorie. Bibl. univ. 19. p. 274.

Pfaff, Grundzüge von Volta's elektrischer Theorie der Erscheinungen seiner Säule. Gilb. Ann. 10. p. 219.

Pfaff, Uebersicht über den Voltaismus und die wichtigsten Sätze zur Begründung einer Theorie desselben. Stuttgart 1804.

Pfaff, Revision der Lehre vom Galvano-Voltaismus.

Pfaff, défense de la théorie de Volta, relative à la production de l'électricité par le simple contact, contre les objections de Mr. de la Rive. Ann. de Ch. et de Ph. 41. p. 236.

Hildebrandt, über die Unabhängigkeit der Erregung des Galvanismus von dem Unterschiede der Oxydabilität in den einander berührenden Erregern. Gehl. Journ. der Ph. u. Ch. 6. p. 36.

Behrens, das Merkwürdige aus Versuchen über Elektricität. Gilb. Ann. 23. p. 1.

Fechner, Rechtfertigung der Contacttheorie des Galvanismus. Pogg. Ann. 42. p. 481. (Experim. crucis. p. 508.)

Fechner, einige Versuche zur Theorie des Galvanismus. Pogg. Ann. 43. p. 433.

Fechner, Versuch einer Theorie des Galvanismus. Pogg. Ann. 44. p. 14.

Henrici, über die Elektricität der galvanischen Kette. Göttingen 1840. 8.

Marianini, mémoire sur la théorie chimique des electro-moteurs

voltaiques simples et composés. Ann. de Ch. et de Ph. 45. p. 28.

Pfaff, über und gegen die Entwickelung der Elektricität durch chemischen Process, nebst einem Anhang über das elektromotorische Verhalten der Flüssigkeiten gegen Metalle. Pogg. Ann. 51. p. 110. 197.

Martens, mémoire sur la pile voltaique et la manière dont elle opère la décomposition des corps. Mém. de l'Acad. de Bruxelles. XII.

Henrici, Untersuchungen über einige anomale und normale galvanische Erscheinungen. Pogg. Ann. 55. p. 253.

Poggendorff, über die Voltaschen Ketten mit zwei einander berührenden Flüssigkeiten. Pogg. Ann. 53. p. 436.

Poggendorff, über die galvanischen Ketten aus zwei Flüssigkeiten und zwei einander nicht berührenden Metallen. Pogg. Ann. 49. p. 31.

Poggendorff, über die Frage, ob es wirksame galvanische Ketten ohne primitive chemische Action gebe, und über die Bildung der Eisensäure auf galvanischem Wege. Pogg. Ann. 54. p. 353.

Martens, recherches sur la passivité des métaux et sur la théorie de la pile voltaique. Bull. de l'Acad. roy. de Brux. 8. p. 305. Pogg. Ann. 55. p. 437.

### 4. Chemische Theorie.

de la Rive, recherches sur la cause de l'électricité voltaique. Génève. 4.

Fabroni, sur l'action de différents métaux à la température commune de l'atmosphère et explication de quelques phénomènes galvaniques. Journ. de Phys. 49. p. 348. Gilb. Ann. 4. p. 428.

Bostock, outlines of the history of galvanism with a theory of the action of the galvanic apparatus. Nichols Journ. 1802. Aug. p. 296., Sept. p. 3.

Bostock, on the theory of galvanism. ib. 1802. Oct. p. 69.

Wollaston, experiments on the chemical production and agency of electricity. Ph. Tr. 1801. p. 427.

H. Davy, on the relations of electrical and chemical changes. Ph. Tr. 1826. p. 383.

H. Davy, notice of some observations on the causes of the gal-

vanic phenomena, and on certain modes of increasing the powers of the galvanic pile of Volta. Nichols Journ. 4. p. 337. 394.

H. Davy, outlines of a view of galvanism. Roy. Inst. 1. p. 49. Tilloch Ph. Mag. 11. p. 326.

Ritchie, an experimental examination of the electric and chemical theories of galvanism. Ph. Tr. 1829. p. 361.

Roget, galvanism. p. 30.

Prideaux, on the theory of voltaic action. Lond. and Ed. Ph. M. 2. p. 210. 251.

Berzelius, Theorie der elektrischen Säule. Gehl. J. d. Ch. 3. p. 176.

Becquerel, Compt. rend. 1842. 24. Janv.

Gmelin, Versuch einer elektrochemischen Theorie. Pogg. Ann. 44. p. 1.

Schönbein, einige Bemerkungen über Fechners Rechtfertigung der Contacttheorie. Pogg. Ann. 44. p. 59.

Faraday, on the source of power in the voltaic pile. Series 16. 17. Phil. Tr. 1840. p. 61—127.

Mulder, natuur-en scheikundig onderzoek naar de dienst der vloeistof in galvanische Toestellen. Natur en Scheik. Archief. 1833. p. 105—283., 321—493.; 1834. p. 243 -417.

Karsten, über Contact-Elektricität. Berlin 1836. 8. 150 S.

Parrot, observations relatives au mémoire de Mr. Marianini sur la théorie chimique des électromoteurs voltaiques simples et composés. Ann. de Ch. et de Ph. 46. p. 337.

### 5. Mathematische Theorie der galvanischen Erscheinungen.

Ohm, die galvanische Kette mathematisch bearbeitet. Berlin 1827. 8. 245 S.

Fechner, Maassbestimmungen über die galvanische Kette. Leipzig 1831. 4.

Pouillet, mémoire sur la pile de Volta et sur la loi générale d'intensité que suivent les courants, soit qu'ils proviennent d'une pile à petite ou à grande tension. Compt. rend. 1837. I. p. 267. Pogg. Ann. 42. p. 281.

Ohm, vorläufige Anzeige des Gesetzes, nach welchem Metalle die Contactelektricität leiten. Pogg. Ann. 4. p. 79. Schweigg. Journ. 44. p. 110. 1825.

Ohm, Versuch einer Theorie der durch galvanische Kräfte hervorgebrachten elektroskopischen Erscheinungen. Pogg. Ann. 6. p. 459. u. 7. p. 45., 117. 1826.

Ohm, einige elektrische Versuche. Schweigg. Journ. 49. p. 1. 1827.

Ohm, Nachträge zu seiner mathematischen Bearbeitung der galvanischen Kette. Karsten's Arch. 14. p. 475.

Ohm, Nachweisung eines Ueberganges von dem Gesetze der Elektricitätsverbreitung zu dem der Spannung. Kastn. Arch. 7. p. 1. u. 452.

Ohm, gehorcht die hydroelektrische Kette den von der Theorie ihr vorgeschriebenen Gesetzen oder nicht? Frage und Antwort. Schweigg. Journ. 58. p. 393. 1830.

Fechner, Beiträge zur Lehre vom Galvanismus. Schweigg. Journ. 57. p. 291.

Fechner, von der erregenden Oberfläche, gegen de la Rive für die Ohmsche Theorie sprechende Versuche. Schweigg. Journ. 57. p. 9.

Fechner, Versuche über die elektromotorische Kraft in geschlossenen Ketten. ib. 60. 17.

Fechner, über die Wirkungsabnahme und Wirkungswiederherstellung galvanischer Ketten. Schweigg. Journ. 63. p. 249.

Ohm, Versuche über den Zustand der geschlossenen einfachen galvanischen Kette und daran geknüpfte Beleuchtung einiger dunkler Stellen in der Lehre vom Galvanismus. Schweigg. Journ. 63. p. 1. 159. 1831.

Ohm, an Thatsachen fortgeführte Nachweisung des Zusammenhangs, in welchem die mannigfaltigen Eigenthümlichkeiten galvanischer, insbesondere hydro-elektrischer Ketten untereinander stehen. Schweigg. Journ. 63. p. 385., 64. p. 21. 138. 257. 1832.

Ohm, zur Theorie der galvanischen Kette. Schweigg. Journ. 67. p. 341.

Ohm, theoretische Herleitung der Gesetze, nach welchen sich das Erglühen von Metalldrähten durch die galvanische Kette richtet, und nähere Bestimmung der Modification, die der elektrische Strom durch Spitzen erleidet. Kastn. Arch. 16. p. 1. 1829.

Henrici, zur Galvanometrie. Pogg. Ann. 53. p. 277.

Poggendorff, Methode, die relativen Maxima der Stromstärken zweier Voltaschen Ketten zu bestimmen. Pogg. Ann. 55. p. 43.

Jacobi, eine Methode, die Constanten der Voltaschen Ketten zu bestimmen. Pogg. Ann. 57. p. 85.

Poggendorff, über Hrn. de la Rive's Hypothese vom Rückstrom in der Voltaschen Säule. Pogg. Ann. 56. p. 353.

Draper, on the use of a secondary wire as a measure of the relative tension of electric currents. Lond. and Ed. Mag. 15. p. 206. 339.

Vorsselman de Heer, sur l'intensité des courants électriques. Bullet. des sciences physiques en Neerlande. 1839. p. 319.

Poggendorff, Methode zur quantitativen Bestimmung der elektromotorischen Kraft inconstanter galvanischer Ketten. Pogg. Ann. 54. p. 161.

### Uebergangswiderstand.

Fechner, Maassbestimmungen der galvanischen Kette.

Vorsselman de Heer, sur la prétendue perte, qu'éprouve l'électricité en passant d'un métal dans un liquide ou vice-versa. Explication de la resistance dite de passage. Bullet. de sc. ph. en Neerl. 1840. p. 122.

Poggendorff, über die Wirklichkeit des Uebergangswiderstandes bei hydroelektrischen Ketten. Pogg. Ann. 52. p. 497.

Vorsselman de Heer, noch Einiges über den Uebergangswiderstand. Pogg. Ann. 53. p. 31.

Lenz, Bemerkungen über einige Punkte aus der Lehre vom Galvanismus. Pogg. Ann. 47. p. 584. u. 59. p. 203. 407.

### Aeltere hierher gehörige Beobachtungen.

Ritter, expériences sur un appareil à charger d'électricité avec la colonne électrique de Volta. Journ. de Phys. 1803. vol. 57. p. 345.

Marianini, saggio di esperienze elettrometriche. Vened. 1828. p. 47.

de la Rive, analyse des circonstances qui déterminent le sens et l'intensité du courant électrique dans un élément voltaique. Ann. de Ch. et de Ph. 57. p. 225.

### 6. Polarisation und Ladung.

Oersted, Versuch über Zambonis zweigliedrige Kette. Schweigg. Journ. 33. p. 163. Ann. de Ch. 28. p. 190.

de la Rive, sur une propriété particulière des conducteurs métalliques de l'électricité. Mém. de la Soc. de Genève III. p. 201.

Ritter, Ladungssäule. Voigts Magazin 6. p. 97.

Marianini, sur les piles secondaires de Ritter. Ann. de Ch. et Ph. 38. p. 5.

van Beek, sur un phénomène extraordinaire concernant l'influence continue qu'exerce le contact des métaux hétérogènes sur leurs propriétés chimiques, long-tems après que ce contact a cessé. Ann. de ch. et de ph. 38. p. 49.

Wetzlar, über die elektromagnetischen Wirkungen homogener Theile eines Metalls bei ungleichzeitiger Berührung mit einer chemisch einwirkenden Flüssigkeit. Schweigg. Journ. 58. p. 302.

Fechner, über Umkehrung der Polarität in der einfachen Kette. Schweigg. Journ. 53. p. 61.

Schönbein, Beobachtungen über die elektrische Polarisation fester und flüssiger Leiter. Pogg. Ann. 46. p. 109., 47. p. 101., 56. p. 135.

Henrici, über die Wirkung elektrischer Entladungen auf die sie vermittelnden Metalle und Flüssigkeiten. Pogg. Ann. 46. p. 585.

Henrici, über die elektrische Polarisirung der Metalle. Pogg. Ann. 47. p. 431.

Munk af Rosenschöld, über die durch elektrische Ströme hervorgebrachten Ladungserscheinungen. Pogg. Ann. 43. p. 207.

Munk af Rosenschöld, von einer Veränderung des elektromotorischen Zustandes der Oberfläche des Zinks in Berührung mit alkalischen Flüssigkeiten unter Mitwirkung des elektrischen Stromes. Pogg. Ann. 47. p. 418.

Fechner, Beiträge zu den elektrochemischen Merkwürdigkeiten der salpetersauren Silberauflösung. Pogg. Ann. 47. p. 1.

Schröder, über elektrische Ströme durch ungleichzeitiges Eintauchen homogener Metalle. Pogg. Ann. 54. p. 57.

Vorsselman de Heer, sur la polarisation des fils et des lames, qui ont servi à opérer des décompositions chimiques. Bullet. des Scienc. ph. en Neerl. 1840. p. 105.

Pfaff, über das Vermögen von Metalldrähten, welche als Leiter der Voltaschen Säule in der Gasentbindungsröhre gedient haben, nach aufgehobener Verbindung mit der Säule noch ferner Gas zu entwickeln. Schweigg. Journ. 53. p. 77.

Pohl, über die Phaenomene der sogenannten elektrischen Ladung. Kastn. Arch. 6. p. 385.

### Passivität.

Keir, Experiments and observations on the dissolution of minerals in acids and their precipitations. Ph. Tr. 1790. p. 359 üb von Lentin. Gött. 1791. 8. 40 S.

Wetzlar, Beiträge zur chemischen Geschichte des Silbers. Schw. Journ. 52. p. 466. und 53. p. 94.

Wetzlar, über den elektrodynamischen Zustand, welchen Eisen und Stahl durch Berührung mit saurer salpetersaurer Silberlösung oder reiner Ammoniakflüssigkeit erlangen. Schweigg. Journ. 56. p. 206—227.

Dumas, Ann. de l'industrie. Franç. 1829.

Schönbein, über das Verhalten des Eisens zum Sauerstoff. Basel 1837.

Schönbein, on a peculiar voltaic condition of iron. Lond. and Ed. P. M. 9. p. 53. 122. 259., 10. p. 133. 172. 267., 13. p. 256.

Faraday, remarks on. ib. 9. p. 57. 122., 10. p. 175.

Herschel, on the prepared or peculiar condition of iron. Lond. and Ed. Ph. M. 11. p. 329.

Schönbein, über das Verhalten des Zinns und des Eisens gegen die Salpetersäure. Pogg. Ann. 37. p. 390. 590., 38. p. 444.

Schönbein, über Faraday's Hypothese in Betreff der Ursache der Passivität des Eisens in Salpetersäure. Pogg. Ann. 38 p. 137.

Schönbein, Beobachtungen über einen eigenthümlichen Zustand des Eisens. Pogg. Ann. 57. p. 63.

Andrews, on the properties of voltaic circles in which concentrated acid is the liquid conductor. Irish. Trans. 18. p. 149.

Martens, recherches sur la passivité des métaux et sur la théorie de la pile voltaique. Arch. de l'él. 2. p. 531.

Schönbein, neue Beobachtungen über die chemische Wirksamkeit der einfachen Kette und die Passivität des Eisens. Pogg. Ann. 59. p. 421.

### Chemische Zersetzung durch Galvanismus.

Nicholson und Carlisle, experiments in galvanic electricity Tilloch Ph. Mag. 7. p. 337. Beschreibung des neuen elektri-

schen oder galvanischen Apparats Alexander Volta's und einiger wichtiger damit angestellter Versuche. Nichols. Journ. of nat. phil. 4. p. 179. Gilb. Ann. 6. 340. (Wasserzersetzung entdeckt.)

Cruikshank, some experiments and observations on galvanic electricity. Nichols. Journ. 4. p. 187. Gilb. Ann. 6. p. 360.

W. Henry, experiments on the chemical effects of galvanic electricity. Nichols Journ. 4. p. 223. Gilb. Ann. 6. p. 368. (Versuche mit Alkalien und Säuren.)

I. Davy, an account of some experiments made with de galvanic apparatus of Sign. Volta. Nichols Journ. 4. p. 275. 326. Gilb. Ann. 7. p. 114. (Wasserzersetzung in getrennten, durch Muskelfaser verbundenen Gefässen.)

Ritter, über die chemischen Erscheinungen des Wassers. Ritters Beiträge zur Kenntniss des Galvanismus. St. II. Th. 1. (Ritter's Theorie der Einfachheit des Wassers.)

Simon, Beschreibung einiger Versuche über die Wirkung der Voltaschen Säule in Beziehung auf Ritter's Erfahrungen. Scheerer's Journal d. Chem. 6. p. 29.

. Grotthuss, sur la décomposition de l'eau et des corps, qu'elle tient en dissolution par l'action galvanique. Ann. de chim. 58. p. 55. Gehlen Journ. der Chem. und Phys. 5. p. 110. (Theorie der Wasserzersetzung.)

. Grotthuss, physisch-chemische Forschungen. Nürnberg 1820.

Ruhland, über den Einfluss des Wassers auf Cohäsionsveränderungen. Schweigg. Journ. 18. p. 49.

Ritter, über Stoffverpflanzungen innerhalb feuchter Leiter im Kreise der Voltaschen Säule. Gehlen Journ. d. Ch. 7. p. 364.

Hisinger und Berzelius, Versuche, betreffend die Wirkung der elektrischen Säule auf Salze und auf einige von ihren Basen. Gehlen's neues Journal d. Chem. 1. p. 115.

I. Davy, on some chemical agencies of electricity. 20. Nov. 1806. Ph. Tr. 1807. p. 1. Gilb. Ann. 28. p. 1. (Ueberführen der Stoffe.)

I. Davy, on some new phenomena of chemical changes produced by electricity particularly the decomposition of the fixed alkalies, and the exhibition of the new substances, which constitute their bases, and on the general nature of alkaline bodies 19. Nov. 1807. Phil. Tr. 1808. 1. Gehlen Journ d. Ch. 7. p.595.

H. Davy, electrochemical researches on the decomposition of t earths, with observations on the metals obtained from t alkaline earths and on the amalgam produced from Amm 30. Jun. 1808. Ph. Tr. 1808. p. 333. Gehlen Journ. Chem. 9. p. 484.

H. Davy, an account of some new analytical researches on t nature of certain bodies, particularly the alcalies, phospho sulphur, carbonaceous matter and the acids hitherto unco pounded, with some general observations on chemical theo Ph. Tr. 1809. p. 1.

Seebeck, Beobachtungen über Reduction verschiedener Erden des Ammoniums, 30. März 1808. Gehlen Journ. f. Ch. u. P 5. p. 482.

Seebeck, Anwendung des Quecksilbers zur Darstellung des Kali Amalgam ib. 5. p. 710.

Gay-lussac et Thenard, recherches physicochimiques sur l pile faites a l'occasion de la grande batterie donnée pas S. M. l a l'école polytechnique, sur les propriétes du potassium et sodium, sur la décomposition de l'acide boracique, sur les a des fluorique, muriatique et muriatique oxigené, sur l'acti chimique de la lumière, sur l'analyse végétale et animale. 2 vol 8. Paris 1811.

Jaeger, Bemerkungen über die Veränderung, welche mehrere v getabilische Reagentien erleiden, wenn sie mit einzelnen, od mit verschiedenen paarweise mit einander verbundenen Met len in Berührung kommen und Versuch einer hypothetisch Erklärung dieser Thatsachen. Gilb. Ann. 11. p. 268. 316.

Ruhland, über den Gegensatz der Elektricität und des Chemi mus. Gehlen Journ. d. Chem. 9. p. 426. (2 Flüssigkeiten den Frosch geschlossen.)

Buchholz, über eine merkwürdige Absonderung einer Portio Zinn in regulinischer nach Art der Metallbäume gewachsen Gestalt aus einer Auflösung desselben in Salzsäure. Gehle Journ. d. Ch. 3. p. 423.

Ritter, über ein von Buchholz beobachtetes galvanisches Phaeno men. ib. 4. p. 253.

Ritter, über verschiedene physikalisch chemische Gegenstände Gehlen Journ. d. Chem. und Ph. 1. p. 351.

Buchholz, über die chemische Wirksamkeit der einfachen galvanisch elektrischen Ketten aus Metallauflösungen, Wasser oder Säuren und Metallen besonders in Hinsicht auf die dadurch bewirkte Desoxydation der Metalloxyde. Gehlen Journ. d. Ch. und Ph. 5. p. 127. (Buchholz. Kette.)

Fischer, das Verhältniss der chemischen Verwandtschaft zur galvanischen Elektricität in Versuchen dargestellt. Berlin 1830. 8. 238 S.

Edm. Davy, on a simple electro-chemical method of ascertaining the presence of different metals, applied to detect minute quantities of metallic poisons. Ph. Tr. 1831. p. 147.

Becquerel, des décompositions chimiques opérées avec des forces électriques à très petite petite tension. Ann. de ch. et de ph. 34. p. 153.

Becquerel, de l'électricité dégagée dans les actions chimiques et de l'emploi de très faibles courants électriques pour provoquer la combinaison d'un grand nombre de corps. ib. 35. p. 113.

Becquerel, sur l'électrochimie et l'emploi de l'électricité pour opérer des combinaisons. ib. 41. p. 236.

Becquerel, note sur la décomposition du sulfure de soufre à l'aide de l'électricité. ib. 42. p. 76.

Becquerel, sur les sulfures, iodures, bromures métalliques. ib. 42. p. 131.

Becquerel, mémoire sur de nouveaux effets électro-chimiques propres à produire de combinaisons, et sur l'application à la cristallisation du soufre et d'autres substances. ib. 43. p. 131.

Becquerel, sur un procedé électro-chimique pour retirer le manganèse et le plomb des dissolutions dans lesquelles ils se trouvent. ib. 43. p. 380.

Becquerel, considerations générales sur les décompositions électrochimiques et la reduction de l'oxide de fer, de la zircone et de la magnésie, à l'aide de forces électriques peu énergiques. ib. 48. p. 337.

Becquerel, de la cristallisation de quelques oxides métalliques. ib. 51. p. 101.

Golding Bird, observations on electro-chemical influence of long continued electric currents of low tension. Ph. Tr. 1837. p. 37.

Connel, on the action of voltaic electricity on alcohol, ether and aqueous solutions. Edinb. Trans. 13. p. 440.

Connel, on the action of voltaic electricity on pyroxylic spirit, and solutions in water, alcohol and ether. ib. 14. p. 110.

Connel, further researches on the voltaic decomposition of aqueous and alcoholic solutions. Edinb. Trans. 15. p. 151.

Schönbein, über einige elektrolysirende Wirkungen der einfachen Kette. Pogg. Ann. 51. p. 35.

Elektrolytisches Gesetz.

Faraday, on electro-chemical decomposition. 5 series. p. 127. 1833 Jan. 7. series. p. 195. 1834.

Walker, an account of experiments with a constant voltaic battery. Transact. of the Lond. Electr. Soc. 1. p. 57.

Jacobi, über das chemische und magnetische Galvanometer. Pogg. Ann. 48. p. 26.

Weber, über das chemische Aequivalent des Wassers. Resultate d. Gött. V. 1840. p. 91.

Poggendorff, über die Bedeutung des Gesetzes des elektrolytischen Action. Pogg. Ann. 44. p. 642.

Daniell, on the electrolysis of secondary compounds. Ph Tr. 1839. p. 97. 1840. p. 209. Pogg. Ann. Erg. p. 565.

Voltameter.

Faraday, Experimental Researches in Electricity. series 7. p. 709—740.

Gassiot, account of experiments with voltameters, having electrodes exposing different surfaces. Trans. of the Lond. Elect. Soc. 1. p. 107.

Poggendorff, verbesserte Einrichtung des Voltameters zur getrennten Auffangung beider Bestandttheile des Wassers. Poggend. Ann. 55. p. 277.

Becquerel 2, décomp. électroch. de l'eau. Arch. de l'ét. 1. p. 381.

Praktische Anwendung des Galvanismus.

H. Davy, on the corrosion of copper-sheeting by seawater and on methods of preventing this effect, and on thier application to ships of war and other ships. Phil. Trans. 1824. p. 121.

H. Davy, additional remarks and observations on the application of electrical combinations to the preservation of the copper sheating of ships and to other purposes. Ph. Tr. 1824. p. 242.

H. Davy, further researches on the preservation of metals by electro-chemical means. Ph. Tr. 1825. p. 328.

Dumas, note sur l'influence qui exerce l'électricité développée par le contact des métaux sur les dépots de carbonate de chaux dans les tuyaux de plomb. Ann. de Ch. et de Ph. 33. p. 265.

### Anlaufen der Metalle durch Elektricität.

Pristley, an account of rings consisting of all prismatic colours made by electrical explosions on the surface of metal. Ph. Tr. 1768. p. 68.

Nobili, sur une nouvelle classe de phénomènes électro-chimiques. Ann. de Ch. et de Ph. 34. p. 419.

Nobili, sur la déformation des apparencs électro-chimiques. bibl. univ 36. p. 3.

Nobili, note sur les apparences électriques de Pristley. Ann. de Ch. et de Ph. 37. p. 211.

Nobili, suc colori in generale ed in particolare sopra una nuova scala cromatica dedotta della metallocromia ad uso delle scienze e delle arti. Memor. 1. p. 163—188. appendice sopra la polarisatione de colori. p. 188.

Nobili, apparechio a punte per le apparenze elettro-chimiche. ib. 2. p. 15. per le tinte uniformi. p. 17.

Faraday, Phil. Mag. 1837 März.

Schönbein, einige Bemerkungen über die chemische Beschaffenheit der irisirenden Metallflächen Nobilis. Pogg. Ann. 40. p. 621.

### Galvanoplastik.

Jacobi, die Galvanoplastik oder das Verfahren cohärentes Kupfer in Platten oder nach sonst gegebenen Formen unmittelbar aus Kupferauflösungen auf galvanischem Wege zu produciren. Petersb. 1840. 8. 60 S.

Spencer, an account of some experiments made for the purpose of ascertaining how far voltaic electricity may be usefull to the purpose of working in metal. Sturg. Ann. of Electr. 4. p. 238.

Jordan, a few remarks on electro-metallurgy. Lond. and. Ed. Ph. M. 89. p. 452.

Becquerel, note sur un procedé de Mr. Belfield-Lefèvre pour la fabrication du plaqué d'argent au moyen de la galvanoplastique. Compt. rend Juli 1842. Arch. de l'électr. 2. p. 465.

Grove, procédé voltaique pour graver les planches daguerréotypées. ib. 2. p. 457. Lond. and Ed. Ph. Mag. 20. p. 18.

Hoffmann, Anweisung zum Vervielfältigen einer Schrift oder Zeichnung, ausgeführt mit der Feder oder Reissfeder, durch Hülfe der galvanischen Kupferausscheidung. a. d. Dänischen. Kopenhagen 1842. 8. 22 S.

v. Kobell, die Galvanographie eine Methode gemalte Tuschbilder durch galvanische Kupferplatten im Drucke zu vervielfältigen. München 1842. 4. m. 7 Abb.

Osann, die Anwendung des hydroelektrischen Stromes als Aetzmittel. Würzburg. 8.

## Vergolden.

de la Rive, notice sur un procedé electro-chimique, ayant pour objet de dorer l'argent et le laiton. Ann. de Ch. et de Ph. 73. p. 398.

de la Rive, sur l'application aux besoins de la gravure des procédés du dorage par la voie humide. Ann. de Ch. et de Ph. 75. p. 334.

Sturgeon, a familiar explication of the theory and practice of electro-gilding and electro-silvering, by means of which any person may be enabled to gild or silver coins, medallions, trinkets, ornaments, or household utensils or any other metallic article whatever, at a very trifling cost and with the utmost facility.

Böttger, neuere Beiträge zur Physik und Chemie.

Böttger, Arch. de l'électr. 2. p. 145. Ann. der Ch. u. Pharmac. 1840. Aug.

Dumas, rapport sur les nouveaux procédés introduits dans l'art du doreur. Compt. rend. 1841. Nov. Arch. de l'ectr. 2. p. 113. Pogg. Ann. 55. p. 160.

Hossauer, über galvanische Vergoldung und Versilberung. Verh. d. Gewerbv. 1843. p. 133.

## Galvanische Apparate.

Izarn, manuel du galvanisme ou description et usage des divers appareils galvaniques employés jusqu' à ce jour, tant pour les

recherches physiques et chimiques que pour les applications médicales. Paris 1805. 304 S.

1) Trogapparate.

Volta, en the electricity excited by the mere contact of conducting substances of different kinds. Ph. Tr. 1800. p. 402.

Wilkinson, elements of galvanism, with a view of its history from the first experiment of Galvani to the present time, containing also practical directions for constructing the galvanic apparatus. London 1804. 8.

Wilkinson, Beschreibung eines verbesserten Trogapparats mit einer Nachschrift von Ritter. Gehl. Journ. d. Phys. u. Chem. 7. p. 340. Gilb. Ann. 36. p. 359. Tilloch Phil. Mag. Nr. 105.

Cruikshank, some experiments and observations on galvanic electricity. Nichol. Journ. 4. p. 187. 254.

Hart, Edinb. Journ. of Sc. 4. p. 19,

Wollaston, elementary galvanic battery. Thomson Ann. of Ph. 6. p. 209. Gilb. Ann. 54. p. 9. (Galvanisches Feuerzeug.)

Döbereiner, die einfache elektrische Kette stöchiometrisch angewandt. Schweigg. Journ. 31. p. 492.

Wollastons Kette in Children an account of experiments with a large voltaic battery. Ph. Tr. 1815. p. 363.

Children, an account of some experiments performed with a view to ascertain the most adventageous method of constructing a voltaic apparatus for the purpose of chemical research. Phil. Trans. 1809. p, 32. Gilb. Ann. 36. p. 364.

Pepys, an account of an apparatus of a peculiar construction for performing magneto-electric experiments. Phil. Trans. 1823. p. 187.

Recherches physico-chimiques faites à l'occasion de la grande batterie voltaique donnée par Sa Maj. Imp. à l'école polytechnique. Paris 1811.

Hare, a memoir on some new modifications of galvanic apparatus with observations in support of his theory of galvanism. Sillim. Amer. Journ. 5. p. 105. Annals of Philos. New Ser. 2. p. 330. (Calorimotor.)

Hare, a new theory of galvanism. supported by some experiments and observations made by means of the Calorimotor a new galvanic instrument. Philadelph. 1819. 8. 17 S.; andre Trog-

apparate v. Hare. Silliman Amer. Journ. vol. 7 u. v. 26. p. 356.

Pohl, der Siderophor ein zur Anstellung galvanisch magnetischer Versuche eigenthümlich eingerichteter galvanischer Trogapparat. Kast. Archiv 14. p. 273.

Faraday, on an improved form of the voltaic battery. Experim. Research. 10 series. Phil. Trans. 1835.

J. Young, an account of a voltaic battery. Phil. Mag. Ser III. vol. 10. p. 241. Pogg. Ann. 40. p. 624.

Tihovsky und Helwig, Versuche über den Galvanismus. Scherer Journ. d. Chem. 7. p. 617. (Kohlensäule.)

Kemp, voltaic batteries with amalgamated zinc. Jameson Edinb. Ph. Journ. 1828. Sturgeon. Ann. of Electr. 1. p. 81.

Roberts, on an anomalous electric condition of iron. Lond. and Ed. Phil. Mag. 16. p. 14. (Zink Eisenkette.)

Poggendorff, über die auffallende Stromstärke der Zinkeisenkette, deren Ursache und einige verwandte Gegenstände. Pogg. Ann. 50. p. 255.

## 2) Constante Kette.

Daniell, on Voltaic Combinations. Phil. Trans. 1836. p. 107. 125.; 1837. p. 141.; 1838. p. 41.; 1839. p. 89.; 1842. p. 137. Pogg. Ann. 42. p. 263.

Mullins, description of a voltaic battery. Sturg. Ann. of El. 1. p. 107.

Mullins, on the sustaining voltaic battery in reference to some observations of Prof. Daniell. Sturg. Ann. of El. 8. p. 465.

Jacobi, über die Kammersäule. Pogg. Ann. 43. p. 328.

van der Boon Mesch, sur les constructions différentes des batteries voltaiques et les moyens d'en augmenter les effets. Bull. des scienc. phys. en Neerlande 1839. p. 420.

Stratingh, la batterie constante employée pour fournir le gas necessaire à la lampe à gas hydro-oxygène, et pour produire une force motrice au moyen de gaz hydro-oxygène. Natuur en Scheikundig Archief 6. p. 259—274. Bullet des sc. ph. en Neerl. 1839. p. 445.

Grove, Voltasche Säule von grosser elektro-chemischer Kraft. Compt. rend. 8. p. 567. Pogg. Ann. 48. p. 300.

Melly, quelques expériences faites avec la pile de Grove. Arch. de l'électr. 1. p. 397.

Grüel, vortheilhafte Construction der Groveschen Kette. Pogg. Ann. 51. p. 381.

Bunsen, über die Bereitung einer das Platin der Groveschen Kette ersetzenden Kohle. Pogg. Ann. 55. p. 265.

Bunsen, über die Anwendung der Kohle zu Volta'schen Batterien. ib. p. 54. p. 417.

Reiset, nouveaux documents sur la pile de Bunsen. Ann. de Ch. et de Ph. 1843. 8. p. 28.

Schönbein, notice sur une nouvelle pile voltaique. Arch. de l'électr. 2. p. 286.

Warrington, on the employment of chromic acid as an agent in voltaic arrangements. Lond. and Ed. Ph. Mag. 20. p. 393.

Poggendorff, über die mit Chromsäure construirten galvanischen Ketten. Pogg. Ann. 57. p. 101.

de la Rive, sur une nouvelle combinaison voltaique. Arch. de l'électr. 3. p. 112.

Becquerel, sur l'électro-chimie et l'emploi de l'électricité pour opérer des combinaisons. Ann. de Ch. et de Ph. 41. p. 20.

Becquerel 2, notice sur les piles à courant constant. Ann. de Ch. et de Ph. 1841. p. 437.

Daniell, on the constant voltaic battery. Sturg. Ann. of El. 8. p. 456.

Becquerel 2, lettre en reponse à un article de Mr. Daniell. Ann. de Ch. et de Ph. 1842. v. 5. p. 412.

Poggendorff, über einen Versuch des Hrn. Daniell und die daraus gezogene Folgerung. Pogg. Ann. 56. p. 150.

Henrici, über die Anwendung des Natriumamalgames zu galvanischem Behufe. Pogg. Ann. 58. p. 232.

3) Ketten mit einem Metall und zwei Flüssigkeiten.

H. Davy, an account of some galvanic combinations formed by the arrangement of single metallic plates and fluids, analogous to the new galvanic apparatus of Mr. Volta. Phil. Trans. 1801. p. 397. Journ of the Roy. Inst. 1802. p. 51. Nichols. Journ. 1. p. 144.

H. Davy, an account of a method of constructig simple and compound galvanic combinations without the use of metallic sub-

stance, by means of charoal and different fluids. Tilloch Phil. Mag. 11. p. 340.

Karsten, über Contactelektricität. Berlin 1836. 8.

Karsten, die elektrische Polarisirung des Flüssigen als das Wesen aller galvanischen Thätigkeit der Ketten aus starren und flüssigen Leitern. Abh. der Berl. Akad. 1838. p. 1.

Buchholz Kette (siehe oben p. 180.).

Becquerels Kette.

Becquerel, über einen elektro-chemischen Apparat, der wie die Voltasche Säule zu Zersetzungen dienlich ist. bibl. univ. 60. p. 215. Pogg. Ann. 37. p. 429.

Mohr, über Becquerels einfachen galvanischen Apparat, der zur Zersetzung dienlich seyn soll. Pogg. Ann. 39. p. 129.

Jacobi, über Becquerels einfache Sauerstoffkette. Pogg. Ann. 40. p. 67.

Moser, in Repertor. d. Phys. I. p. 194.

Mohr, über Becquerels einfache Kette, deren Strom aus der Verbindung von Säure und Alkali entstehen soll. Pogg. Ann. 42. p. 76.

Dulk, über Elektricitätserregung bei chemischen Verbindungen. Pogg. Ann. 42. p. 91.

Pfaff, über die Becquerelsche Kette. Pogg. Ann. 44. p. 542.

Becquerel, über die chemischen Zersetzungen mittelst einfacher hydroelektischer Apparrate. Compt. rend. 6. p. 125. Pogg. Ann. 44. p. 537.

Henrici, über die sogenannte Becquerelsche Kette. Pogg. Ann. 48. p. 372.

Fechner, über die Becquerelsche Kette und die Elektricitätserregung durch gegenseitige Berührung den Flüssigkeiten im Allgemeinen. Pogg. Ann. 48. p. 1. 225.

Unwirksame Ketten.

de la Rive, recherches sur la cause de l'électricité voltaique. Pogg. Ann. 40. p. 367. (Aetzkali, Eisen, Platin.)

Faraday, on the source of power in the voltaic pile. Series 17. Phil. Trans. 1840. §. 1823.

Henrici, Untersuchungen über einige anomale und normale galvanische Erscheinungen. Pogg. Ann. 55. p. 253. (Schwefelkaliumlösung als Flüssigkeit.) Pogg. Ann. 58. p. 375.

### Ketten aus zwei Flüssigkeiten und zwei einander nicht berührenden Metalle.

Faraday, on the source of power in the voltaic pile. Series 17. Phil. Trans. 1840. §. 2017. Pogg. Ann. 53. p. 549.

Poggendorff, über die galvanischen Ketten aus zwei Flüssigkeiten und zwei einander nicht berührenden Metallen. Pogg. Ann. 49. p. 31.

Pohl, über galvanische Ketten mit zwei verschiedenen Flüssigkeiten und über einiges aus den neuesten diesen Gegenstand betreffenden Untersuchungen. Pogg. Ann. 54. p. 515.

Poggendorff, Erwiderung darauf. ib. p. 590.

### Zweigliedrige Ketten.

Zamboni, della pila binaria e sua influenza nell' elettromotoro uperpeto. l'Elettromotoro perpetuo II. p. 161. Giorn. di Fisica di Pavia 1814. 3. Ann. de Ch. et de Ph. 11. p. 190.

Erman, über die elektrische Spannung, welche durch eine blosse geometrische Ungleichheit der Berührungsflächen erregt wird. Abh. der Berl. Akad. 1816. p. 216. Gilb. Ann. 64. p. 45.

Faraday, on the source of power in the voltaic pile. Series 17. Ph. Tr. 1840. §. 2024. Pogg. Ann. 53. p. 551.

### Gas batterie.

Grove, on a gaseous voltaic battery. Lond. and. Ed. Ph. Mag. 21. p. 417. Pogg. Ann. 58. p. 202.

Schönbein, über die Sauer-Wasserstoffsäule. Pogg. Ann. 58. p. 361.

### Trockne Säule.

Zamboni, l'elettromotoro perpetuo. Verona 1820. 2 vol. 8.

Gilbert, einige historische Nachrichten von den trocknen elektrischen Säulen der Hrn. Deluc und Zamboni. Gilb. Ann. 49. p. 35.

Deluc, analysis of the voltaic pile. Nichols. Journ. of nat. ph. 1810 Mai. Nr. 117. Gilb. Ann. 49. p. 67.

**Deluc**, on the electric column and aerial electroscop. Nichols Journ. Oct. 1810. Nr. 122. Gilb. Ann. 49. 67.

**Zamboni**, dissertazione sulla pila elettrica a secco. Brugnatelli Giorn. 1812. 5. p. 424—446.

**Zamboni**, descrizione della colonna elettrica del Sign. Deluc, e considerazioni sull analisi de lui fatta della pila Voltiana. ib. 1813. p. 31.

**Azzallini**, kurze Erläuterung des Zambonischen immerwährenden Elektromotors. München 1816. 4.

**Zamboni**, nouvelle pile à deux éléments et perfectionement de la pile sèche. Ann. de Ch. et de Ph. 9. p. 190.

**Dessaignes**, sur les piles sèches voltaiques. Ann. de Ch. et de Ph. 2. p. 76.

**Yelin**, Versuche und Beobachtungen zur nähern Kenntniss der Zambonischen Säule. München 1820. 4. Gilb. Ann. 75. p. 201.

**Jäger**, über die Zambonische Säule und über einige andre trockne elektrische Säulen. Gilb. Ann. 49. p. 47., 50. p. 215., 51. p. 195.

**Jäger**, Versuche zur Begründung einer Theorie der trocknen Säule. Gilb. Ann. 52. p. 81., 55. p. 369., 62. p. 227.

**Munk af Rosenschöld**, über Jägers trockne Säulen. Pogg. Ann. 43. p. 193.

**Bohnenberger**, über elektrische trockne Säulen. Gilb. Ann. 53. p. 346.

**Kämtz**, über die Elektricität, welche beim Contact animalischer und vegetativer Körper unter sich und mit Salzen entwickelt wird. Schweigger Journ. 56. p. 1. (trockne Säulen aus organischen Substanzen ohne Metalle.)

## Disjunctoren.

**Sprenger**, Anwendung der Galvani-Voltaschen Metallelektricität zur Abhelfung der Taubheit und Harthörigkeit. Gilb. Ann. 11. p. 354. 12. p. 380.

**Neef**, Beschreibung und Anwendung des Blitzrades. Pogg. Ann. 36. p. 352.

**Jacobi**, Beschreibung des Commutators. ib. 36. p. 366.

**Wagner**, Hammerwerk in Neef über einen neuen Elektromotor. Pogg. Ann. 46. p. 104. (Dasselbe wird erreicht durch Ritchies rotirenden Elektromagnet.)

### Commutatoren.

Jacobi, Beschreibung des Commutators. Pogg. Ann. 36. p. 366.

Poggendorff, über einige Magnetisirungserscheinungen. Pogg. Ann. 45. p. 353. (Inversor.)

### Widerstandsmesser.

Poggendorff, Ann. 52. p. 511. Taf. III. Fig. 1.

Wheatstone, an account of several new instruments and processes for determining the constants of a voltaic circuit. Proceed. of the Rog. Soc. 1843. p. 469.

Jacobi, über einige elektromagnetische Apparate; für Flüssigkeiten. Pogg. Ann. 54. d. 335.; für feste p. 340.

Jacobi, Beschreibung eines verbesserten Voltagometers. Pogg. Ann. 69. p. 145.

### Galvanometer.

Schweigger, Zusätze zu Oersteds elektromagnetischen Versuchen. Schweigg. Journ. 1821. Heft 1. Allgem. Litteraturz. 1. Nov. 1820. Nr. 296. (Entdeckung des Multiplicators.)

Poggendorff, in Ermans Umrissen zu den electrochemischen Magnetismus.

Cumming, on the connexion of galvanism and magnetism. Cambr. Trans. 1821. vol. 1.

Cumming, on the application of magnetism as a measure of electricity. ib. p. 281.

Nobili, confronto dei due galvanometri piu sensibili, la rana ed il moltiplicatore a due aghi, con alcune resultati in fine. Memor. 1. p. 67. bill. unio. 37. p. 10. (Doppelnadel.)

Nobili, descrizione d'un nuovo galvanometro. Mem. 1. p. 1.

Nörrenberg, über die von Colladon beobachtete Ablenkung der Magnetnadel durch Reibungselektricität. Baumg. Journ. 3. p. 257. (die Doppelnadel in den beiden Windungen einer Schleife.)

Marianini, ein neuer galvanischer Multiplicator. Baumg. Journ. 4. p. 42.

Fechner, Beschreibung eines galvanischen Messapparats. Schweigg. Journ. 57. p. 1. (Multiplicator aus eine Lamelle.)

Brouwer, ovee eene verbetering angebragt aan den multiplicator van Schweigger, en het magnetiseren door zwakke thermo-

elektrische stroomen. Natuur en Scheik. Archief 1835. p. 147.

Locke, Sillim. Amer. Journ. 26. p. 103. 378. (die Drathwindungen parallele Sehnen eines Kreises.)

Nervander, mémoire sur un galvanomètre à chassis cylindrique, par lequel on obtient immediatement et sans calcul la mesure de l'intensité du courant électrique qui produit la déviation de l'aiguille aimantée. Ann. de Chem. et de Ph. 55. p. 156. (Tangentenbussole.)

Lenz, über die Gesetze der Wärmeentwickelung durch den galvanischen Strom. Pogg. Ann. 59. p. 203. (Beschreibung der verbesserten Nervanderschen Tangentenbussole.)

Melloni, sur un moyen nouveau de faire varier à volonté la sensibilité des galvanomètres astatiques, et de la rendre ausi parfaite que le comporte la nature des métaux employés dans leur construction. Arch. de l'élect. 1. p. 656.

## Theorie des Multiplicators.

Ohm, experimentale Beiträge zu einer vollständigen Kenntniss des electromagnetischen Multiplicators. Schweigg. Journ. 55. p. 1.

Kaemtz, Schweigg. Journ. Phil. Mag. 62. p. 441.

Fechner, Lehrbuch des Galvanismus. p. 219.

Fechner, über die Vortheile langer Multiplicatoren nebst einigen Bemerkungen über den Streit der chemischen und der Contacttheorie des Galvanismus. Pogg. Ann. 45. p. 232.

## Galvanometrische Messmethoden.

Nobili, sur la mesure des courants électriques ou projet d'un galvanomètre comparable. Ann. de Ch. et de Ph. 43. p. 146. Mem. 1. p. 105.

Becquerel, Traité de l'électricité II. p. 24.

Melloni, Pogg. Ann. 35. p. 132.

Peltier, mémoire sur la formation des tables des rapports, qu'il y a entre la force d'un courant électrique et la déviation des aiguilles des multiplicateurs, suivi de recherches sur les causes de perturbation des couples thermo-électriques et sur les moyens de s'en garantir dans leur emploi à la mesure des temperatures moyennes. Ann. de Ch. et de Ph. 71. p. 225.

Petrina, sur Galvanometrie. Pogg. Ann. 57. p. 111.

Poggendorff, von dem Gebrauch des Galvanometers als Messwerkzeug. Pogg. Ann. 56. p. 324.; 57. p. 609.

Sinusbussole.

Pouillet, Élémens de physique 3. ed. I. p. 611.

Poggendorff, über die Einrichtung und den Gebrauch einiger Werkzeuge zum Messen der Stärke elektricher Ströme und der denselben bedingenden Elemente. Pogg. Ann. 50. p. 504.

Tangentenbussole.

Pouillet, Élémens de physique 3. ed. I. p. 613.

Galvanoskope verschiedener Construction.

Cumming, on the use of goldleaf as a test of electromagnetism. Ann. of Phil. 1824. p. 321. (Anziehung des Leiters durch den Magnet.)

Dove, Pogg. Ann. 28. p. 586. (Anziehung der Mitte des Magneten durch den eine Schleife bildenden Leiter.)

Roget, Galvanism. p. 44. (Anziehung des Poles der Nadel durch die Mitte einer ebenen Spirale.)

v. Wrede, Pogg. Ann. 42. p. 308. (gekrümmter Magnet hineingezogen in eine gekrümmte cylindrische Spirale.)

Becquerel, Beschreibung und Gebrauch des elektromagnetischen Wage und der Säule von constanten Strömen. Compt. rend. 4. p. 35. Pogg. Ann. 42. p. 307.

Hachette, Pogg. Ann. 27. p. 560. (die Magnetnadel angezogen von einem entstehenden Elektromagnet.)

Ladungssäule.

Ritter, Versuche und Bemerkungen über den Galvanismus. Voigt's Magazin 6. p. 97.

11) Wärmeentwickelung.

Children, an account of some experiments with a large voltaic battery. Phil. Trans. 1815. p. 363.

Biot, über die Bewegung des galvanischen Fluidums. Gilb. Ann. 10. p. 24.

Wollaston, elementary galvanic battery. Thoms. Ann. of Ph. 6. p. 209. Gilb. Ann. 52. p. 355.

H. Davy, further researches on the magnetic phenomena produced by electricity; with some new experiments on the properties of electrified bodies in their relations to conducting powers and temperature. Ph. Tr. 1821. p. 425.

Roberts, on the application of galvanism to the blasting of roks. Mem. of the Electr. Soc. 1. p. 77.

Murray, Edinb. Phil. Journ. 14. p. 57.

Joule, on the heat evolved by metallic conductors of electricity and in the cells of a battery during electrolysis. Sturg. Ann. of El. 8. p. 287. Arch. de l'électr. 2. p. 54.

Joule, on the electric origin of the heat of combustion. ib. 8. p. 302. Arch. de l'électr. 2. p. 80.

Joule, on the calorific effects of magneto-electricity and on the mechanical value of heat. Lond. and. Ed. Ph. Mag. 23. p. 276. 347.

Ohm, theoretische Herleitung der Gesetze, nach welchen sich das Erglühen von Metalldräthen durch die galvanische Kette richtet, und nähere Bestimmung der Modificationen, die der elektrische Strom durch Spitzen erleidet. Kast. Arch. 16. p. 1.

Lenz, über die Gesetze der Wärmeentwickelung durch den galvanischen Strom. bullet. de l'Acad. Imp. des sc. de St. Pétersb. 1843. Tom. I. Nr. 14. 15. 16. Pogg. Ann. 59. p. 203. 407.

de la Rive, recherches sur les effets calorifiques de la pile. Ann. de Ch. et de Ph. 40. p. 371. Pogg. Ann. 15. p. 257.

de la Rive, mémoire sur les effets de température qui accompagnent la transmission dans les liquides, au moyen de divers électrodes, des courants électriques, soit continus, soit discontinus et alternatifs. Arch. de l'électr. 3. p. 175.

Becquerel 2, des lois du dégagement de la chaleur pendant le passage des courants électriques à travers les corps solides et liquides. Arch. de l'électr. 3. p. 181.

## Funken.

van Marum, über die Versuche mit der elektrischen Säule. Gilb. Ann. 10. p. 121. (Funken auf Quecksilber.)

Crosse, on the tension spark from the voltaic battery. Lond. and Ed. Ph. Mag. 17. p. 215.

Gassiot, spark before the circuit of the voltaic battery is completed. Ph. Tr. 1840. p. 183.

Jacobi, über den galvanischen Funken. Pogg. Ann. 44. p. 633.
Draper, Lond. and Ed. Phil. Mag. 15. p. 349. (kein Funke der Kette in der Toricellischen Leere.)
Noad, description de quelques expériences faites au moyen d'une pile chargée avec de l'eau pure. Arch. de l'électr. 2. p. 231.
Marianini, bibl. univ. 1831. p. 283. (Funken in Flüssigkeiten.)

Leuchtender Bogen zwischen Kohlenspitzen.

H. Davy, elements of chemical philosophy. p. 152.
de la Rive, notice sur quelques expériences faites avec une forte pile de Grove. Arch. pe l'électr. 1. p. 262.
Daniell, on voltaic combinations; with some account of the effects of a large constant battery. Ph. Tr. 1839. p. 89.

12) Elektroskopische Erscheinungen.

Jäger, über die elektroskopischen Aeusserungen der Voltaschen Platten und Säulen. Gilb. Ann. 13. p. 399.
Ohm. Versuch einer Theorie der durch galvanische Kräfte hervorgebrachten elektroskopischen Erscheinungen. Pogg. Ann. 6. p. 459., 7. p. 45. 117.
Bischoff, über einige auffallende Wirkungen der Voltaschen Säule auf den Elektrometer und über die Leitungsfähigkeit des Glases und andrer Isolatoren. Schweigg. Journ. 35. p. 29.
Fechner, über die elektrische Intensität der isolirten Säule. Pogg. Ann. 44. p. 44.
Marianini, mémoire sur la perte de tension qu' éprouvent les appareils voltaiques, quand on teint le circuit fermé, et sur la manière, dont ils recouvrent leur tension primitive, quand on suspend la communication entre leurs poles. Ann. de Ch. et de Ph. 38. p. 337.
Erman, über die elektroskopischen Phaenomene der Voltaschen Säule. Gilb. Ann. 8. p. 197.
Erman, über die elektroskopischen Phaenomene des Gasapparates an der Voltaschen Säule. Gilb. Ann. 10. p. 1.
Ritter, Versuche mit einer Volta'schen Säule von 600 Lagen. Gilb. Ann. 13. p. 6. 14.
Biot, Untersuchungen über den Einfluss der Oxydation auf die Wirkungen von Voltas elektrischer Säule. Gilb. Ann. 15. p. 90. bull. des scienc. Nr. 76. p. 120.

Marechaux, Versuche über die anziehende Kraft der Voltaschen Säule und deren Ausmessung durch den Elektromikrometer. Gilb. Ann. 19. p. 476.

Elektrochemische Bewegungen. (Helwigscher Strom.)

Erman, Wahrnehmungen über gleichzeitiges Entstehen von mechanischer Cohärenz und chemischer Verwandtschaft. Gilb. Ann. 32. p. 261.

Herschel, on certain motions produced in fluid conductors when transmitting the electric current. Ph. Tr. 1824. p. 162. Schweigg. Journ. 48. p. 246.

Pfaff, über galvanische elektrische Strömungen als Ursachen von merkwürdigen Bewegungen im Quecksilber und verschiedenen Flüssigkeiten unter bestimmten Bedingungen. Schweigg. Journ. 48. p. 190.

Serullas, lettre concernant la notice historique publiée par Mr. Davy sur les phénomènes électro-chimiques. Ann. de Ch. et de Ph. 34. p. 192. Journ. de phys. 91. p. 190., 93. p. 115.

Nobili, sur les apparences et les mouvements électro-chimiques du mercure. bibl. univ. 39. p. 261.

Nobili, nuove osservazioni sopra le apparenze elettro-chimiche, le leggi elettro-dinamiche ed il meccanismo interno della pila Mem. p. 56.

Prandi, sui movimenti del mercurio. Bologna 1826.

Runge, sonderbare Bewegungen in die gewisse Metalsalze unter Umständen versetzt werden können. Pogg. Ann. 8. p. 106., 9. p. 479., 15. p. 95., 16. p. 129. 304., 17. p. 472.

Porret, ein merkwürdiger galvanischer Versuch. Thoms. Ann. of Phil. 8. p. 74. Gilb. Ann. 66. p. 272. (Durchdringung der Blase durch die Flüssigkeit vom positiven Pol aus.

de la Rive, Ann. de Ch. et de Ph. 28. p. 196.

Wollaston, über den Einfluss der Elektricität auf thierische Secretionen. Gilb. Ann. 36. p. 3. 244.

Ladung der Leidner Flasche durch galvanische Säulen.

Volta, Brief 1801. Gilb. Ann. 9. p. 379. 489.; 12. p. 499.

Volta, Versuche über die Ladung elektrischer Batterien durch den elektro-motorischen Apparat. Brief an Gilbert. Gilb. Ann. 13. p. 257.

van Marum und Pfaff, Versuche mit der elektrischen Säule. Gilb. Ann. 10. p. 121.

Ritter, Versuche mit einer Voltaschen Zink-Kupferbatterie von 600 Lagen. Gilb. Ann. 13. p. 1.

---

Jacobi, über die Zeit zur Entwickelung eines elektrischen Stromes. Pogg. Ann. 45. p. 281.

### Spannungsreihe der Körper.

Ritter, das elektrische System der Körper. Leipzig 1805. 8. 412 S.

Ritter, über die Spannungsreihe der Leiter und über die Stelle des Palladiums und andrer Metallgemische in ihr. Gilb. Ann. 16. p. 293.

Volta, über die sogenannte galvanische Elektricität. Ann. de Ch. 40. p. 225—256. Gilb. Ann. 10. p. 436. Ritters Beiträge II. St. 3. 4.

Heidmann, Eintheilung der festen und flüssigen Leiter einer galvanischen Kette nach dem Grade ihrer galvanischen Action und ihres chemischen Wirkungsvermögens. Gilb. Ann. 21. p. 55.

Pfaff, neues Gehler'sches Wörterbuch. G. p. 604. 633.

Poggendorff, Isis 1821. p. 706.

Smee, on the galvanic properties of the elementary bodies and on the amalgamation of zink. Lond. and. Ed. Ph. Mag. 16. p. 422.

H. Davy, on the relations of electrical and chemical changes. Ph. Tr. 1826. p. 408.

H. Davy, on some chemical agencies of Electricity. Ph. Trans. 1807. p. 1. Gehlen Journ. d. Ph. u. Chem. 8. p. 82.

H. Davy, Elements of chemical philosophy. p. 148.

Becquerel, des actions electromotrices produites par le contact des métaux et des liquides et d'un procédé, pour reconnaître à l'aide des effets électromagnetiques les changements qu'éprouvent certaines dissolutions au contact de l'air. Ann. de Ch. et de Ph. 25. p. 405.; 23. p. 244.; 24. p. 191.

Becquerel, developpement relatif aux effets électriques observés dans les actions chimiques et de la distribution de l'électricité

dans la pile de Volta, en tenant compte des actions électromotrices des liquides sur les métaux. ib. 26. p. 176.

Becquerel, des actions électro-motrices de l'eau et des liquides en général sur les métaux, des effets electriques qui ont lieu dans le contact de certaines flammes et des métaux et dans la combustion. ib. 27. p. 5. Pogg. Ann. 2. p. 191.

Pfaff, Revision der Lehre vom Galvano-Voltaismus.

Pfaff, über und gegen die Entwicklung der Elektricität durch den chemischen Process, nebst einem Anhange von Versuchen über das elektro-motorische Verhalten vieler Flüssigkeiten gegen Metalle. Pogg. Ann. 51. p. 110.

Henrici, über die Elektricität der galvanischen Kette. Göttingen 1840.

Fechner, über die Becquerelsche Kette und Electricitätserregung durch gegenseitige Berührung von Flüssigkeiten. Pogg. Ann. 48. p. 1. 225.

Marianini, elektrische Versuche. Schweigg. Journ. 49. p. 48.

Pohl, der Process der galvanischen Kette. Leipzig 1826. p. 14.

Fox, note on the electrical relations of certain metalls and metalliferous minerals. Ph. Tr. 1835. p. 39.

### Leitungsfähigkeit der festen Körper.

Oersted, über die Art wie sich die Elektricität fortpflanzt. Gehl. Journ. 6. p. 292.

Lehot, ordre dans lequel les métaux sont classés comme conducteurs de l'électricité. Ann. de Ch. 37. p. 285.

H. Davy, further researches on the magnetic phenomena produced by electricity, with some new experiments on the properties of electrified bodies in their relations to conducting powers and temperature. Phil. Trans. 1821. p. 425. (die Leitungsfähigkeit der Metalle wird durch Temperaturerhöhung vermindert.)

Becquerel, du pouvoir conducteur de l'électricité dans les métaux et de l'intensité de la force électro-dynamique en un point quelconque d'un fil métallique qui joint les deux extrémités d'une pile. Ann. de Ch. et de Ph. 32. p. 420. (durch Compensation.) Pogg. Ann. 12. p. 280.

Barlow, on the electromagnetic conducting power of wires of different qualities and dimensions into the efficacy of the gal-

vanometer, for determining the laws of its variation. Lond. and Ed. Ph. Mag. 11. p. 1.

Pouillet, Élemens de Physique II. ed. 2. p. 315.

Ohm, über die Leitungsfähigkeit der Metalle für Elektricität Schweigg. Journ. 44. p. 110. 245. 370.

Cumming, Cambridge Transaet. 1823. p. 63.

Christie, experimental determination of the laws of magneto-electric induction in different masses of the same metal, and of its intensity in different metals. Phil. Trans. 1833. p. 95.

Snow Harris, on the relative powers of various metallic substances as conductors of electricity. Ph. Tr. 1827. p. 18. (durch das elektrische Thermometer.)

Babbage and Herschel, account of the repetition of Mr. Aragos experiments on the magnetism manifested by various substances during the act of rotation. Ph. Tr. 1825. p. 476. (durch Rotationsmagnetismus.)

Lenz, über die Leitungsfähigkeit der Metalle für die Elektricität bei verschiedenen Temperaturen. Mém. de l'Acad. de St. Pétersb. 1833. Pogg. Ann. 34. p. 418. (durch Induction.)

Lenz, über die Leitungsfähigkeit des Wismuths, Antimons und Quecksilbers. Pogg. Ann. 44. p. 345.

Lenz, über die Leitungsfähigkeit des Goldes, Bleies und Zinns für die Elektricität bei verschiedenen Temperaturen. Mém. de l'Acad. de St. Pétersb. 1836. Pogg. Ann. 45. p. 105.

Riess, über die elektrische Verzögerungskraft und das elektrische Erwärmungsvermögen der Metalle. Pogg. Ann. 45. p. 1. (vermittelst des elektrischen Thermometers.)

---

Pelletier, über das elektrische Leitungsvermögen der Mineralien. Gilb. Ann. 46. p. 198.

Pristley, experiments and observations on charcoal. Ph. Tr. 1770. p. 211. (Leitungsfähigkeit der Kohle nachgewiesen.)

Fechner, über die elektrische Reihenfolge der Hölzer. Kastn. Arch. 9. p. 284.

Kemp, Edinb. n. Phil. Journ. 1829. p. 344. Schweigg. Journ. 55. p. 448. (Leitungsfähigkeit der Kohle beim Verbrennen gesteigert.)

Fox, on the electromagnetic properties of metalliferous veins in the mines of Cornwall. Ph. Tr. 1830. p. 399. (Leitungsfähigkeit verschiedener Mineralen.)

Ritter, Versuche über das Verhalten mehrerer Mineralkörper im Kreise der Voltaischen Säule. Gehlen Journ. der Ch. u. Ph. 6. p. 568.

---

Lenz, über den Leitungswiderstand des menschlichen Körpers gegen galvanische Ströme. Pogg. Ann. 56. p. 429.

Erman, über die Fähigkeit der Flamme der Knochen und des luftleeren Raumes die Wirkungen der Voltaschen Säule zu leiten. Gilb. Ann. 11. p. 144. (Eis isolirt.)

### Leitung der Flüssigkeiten.

Beccaria, electricismo artificiale e naturale. p. 113. (Einfluss des Queerschnitts.)

Faraday, on a new law of electric conduction. Experiment Research. 4. series 380. Ph. Tr. 1833. p. 507. Pogg. Ann. 31. p. 225. (Feste Isolatoren werden leiternd durch Schmelzen.)

Förstemann, Versuche über das Leitungsvermögen verschiedener Flüssigkeiten für die Elektricität der Säule. Kastn. Arch. 4. p. 82.

Pfaff, über das Leitungsvermögen verschiedener saurer, alkalischer und salziger Flüssigkeiten. Schweigg. Journ. 55. p. 258.

Marianini, saggio di esperienze ellettrometriche. Ven. 1828.

Bigeon, Ann. de Ch. et Ph. 46. p. 85.

Fechner, Maasbestimmungen über die galvanische Kette. Leipz. 1831. 260 S. 4. (die Ohm'schen Sätze bei Flüssigkeiten nachgewiesen.)

### Vergleich der Leitung der Flüssigkeiten und Metalle.

Cavendish, some attempts to imitate the effects of the torpedo by electricity. Ph. Tr. 1776. p. 196.

Volta, fortgesetzte Versuche über die Elektricität. Gilb. Ann. 14. p. 263.

Pfaff, der Elektromagnetismus. p. 83.

Pouillet, Compt. rend. 5. p. 785. Pogg. Ann. 42. p. 298.

## Unipolarität.

Erman, über die fünffache Verschiedenheit der Körper in Rücksicht auf galvanisches Leitungsvermögen. Gilb. Ann. 22. p. 14.

Configliachi u. Brugnatelli, über die elektrischen Leiter bei der Voltaschen Säule oder über die sogenannten galvanischen Leiter. Brugn. Giorn. 1. p. 147—163, 338—353. Gehlen Journ. f. Ch. u. Ph. 8. p. 319.

Biot, Traité de physique. 2. p. 547.

Andrews, on the conducting power of certain flames and of heated air for electricity. Lond. and Ed. Ph. Mag. 9. p. 176. Pogg. Ann. 43. p. 310.

Ohm, Versuche zur nähern Bestimmung der Natur unipolarer Leiter. Schweigg. Journ. 59. p. 385., 60. p. 32.

Prechtl, Untersuchungen über die Modificationen des elektrischen Ladungszustandes mit Bezug auf die Gründe der von Hrn. Erman entdeckten Verschiedenheit einiger Substanzen in Betreff ihres galvanischen Leitungsvermögens. Gilb. Ann. 35. p. 28.

---

Erman, über eine eigenthümliche reciproke Wirkung der zwei entgegengesetzten elektrischen Thätigkeiten. Abh. d. Berl. Ac. 1818. p. 351.

Becquerel, considerations générales sur les changements qui s'opèret dans l'état électrique des corps par l'action de la chaleur, du contact, du frottement et de diverees actions chimiques. Ann. de Ch. et de Ph. 46. p. 283.

## Erscheinungen der Nebenschliessung.

Pohl, über das polare Verhalten der Flüssigkeit in der galvanischen Kette. Pogg. Ann. 16. p. 101.

Pohl, zur Theorie des Galvanismus mit Bezug auf Pfaff's Bemerkung über Pohl's Versuch der abwechselnden Polarität einer galvanischen Kette mit mehreren paarweise vorbundenen Zwischenplatten. Pogg. Ann. 46. p. 595.

Pfaff, über die Erscheinungen der sogenannten Ladungssäule mit besondrer Beziehung auf die Voltasche Theorie der Voltaschen Kette und Säule. Pogg. Ann. 49. p. 461.

**Pohl**, Versuche über das Verhalten alternirend geschichteter Ketten. Pogg. Ann. 50. p. 497.

**Henrici**, zur Galvanometrie. Pogg. Ann. 53. p, 277.

**Daniell**, Voltaic Combinations. Ph. Tr. 1837. p. 141.

**Poggendorff**, über ein Phaenomen der Durchkreuzung elektrischer Ströme. Pogg. Ann. 55. p. 511.

### Eingeschaltete Platten.

**de la Rive**, sur quelques-uns des phénomènes que présente l'électricité voltaique dans son passage à travèrs les conducteurs liquides. Ann. de Ch. et de Ph. 28. p. 190.

**de la Rive**, recherches sur une propriété particulière des conducteurs métalliques de l'électricité. Ann. de Ch. et de Ph. 36. p. 34.

**Pohl**, über das polare Verhalten der Flüssigkeit in der galvanischen Kette. Pogg. Ann. 16. p. 101.

**Fechner**, Maasbestimmungen. Versuch 79—83.

**Buff**, über den Einfluss der Zwischenplatten in der galv. Kette. Pogg Ann. 54. p. 503.

### Durchkreuzen der Ströme.

**Marianini**, sur une analogie qui existe entre la propagation de la lumière et celle de l'électricité. Ann. de Ch. et de Ph. 42. p. 131.

### Physiologische Wirkungen.

**Galvani**, de viribus electricatis in motu musculari commentatio Bonon. 1791. 4.

**Galvani**, Abhandlung über die Kräfte der thierischen Elektricität auf die Bewegung der Musceln nebst einigen Schriften der Hrn. Valli, Carminati und Volta über eben diesen Gegenstand übers. v. Mayer. Prag 1793. 8.

**Galvani**, memoria sull elettricita di Galvani al cel. Ab. Spalanzani. Aggiunti alcune experienze di Aldini Bologn. 1797. 4.

**Volta**, scoperta del Sign. Galvani e confronte di essa colle cognizioni che finora si avenano intorno all elettricita animale. Brugn. Giorn. fisico medico. 2. p. 146. 241. 1793. Opera 1. p. 63.

**Volta**, account of some discoveries made by Mr. Galvani of Bologna, with experiments and observations of them. Ph. Tr. 1793. p. 10.

Aldini, de animali electricitate dissertationes duae. Bon. 1794. 4.

Wells, observations on the influenee, which incites the muscles of animals to contract in Mr. Galvanis experiments. Ph. Tr. 1795. p. 246.

Monro, experiments on the nervous system. üb. Leipzig 1796.

Forster, experiments and observations relative to the influence lately discovered by Mr. Galvani and commonly called animal electricity. Edinb. a London 1793. 8. deutsch. Leipz. 1796. 8.

Compte rendu a la classe des sciences mathématiques et physiques de l'institut national des premières expériences faites en Floreal et Prairial l'an 5 par la commission nommée pour examiner et verifiier les phénomènes du Galvanisme. 4. Paris. 101 S. übersetzt in Ritters Beiträgen I. p. 1—110.

Pfaff, über thierische Elektricität und Reizbarkeit. Leipz. 1795.

Ritter, Beweiss, dass ein beständiger Galvanismus den Lebensprocess im Thierischen begleitet nebst neuen Bemerkungen und Ursachen über den Galvanismus. Weimar 1798. 8. 174 S.

Alexander v. Humboldt, Versuche über die gereizte Muskel und Nervenfaser nebst Vermuthungen über den chemischen Process des Lebens. Posen und Berlin 1797. 8. 2. vol.

Reinhold, specimen I et II. de galvanismo. Leip. 1797. 98. 4.

Ritter, physisch-chemische Forschungen in chronologischer Folge I. p. 43—58., 59—90., 125—134.

Ritter, neue Modificationen der Nervenerregbarkeit durch Galvanismus. Gehlen Journ. d. Chem. u. Phys. 6. p. 421.

Ritter, Beiträge zur nähern Kenntniss des Galvanismus und der Resultate seiner Untersuchung. Jena 1800. 8. 3. vol.

Aldini, esperienze sul galvanismo. Bologne 1802. 8.

Nysten, nouvelles expériences galvaniques 1803.

Aldini, essai théorique et expérimental sur le galvanisme. Paris 1804. 2. vol. 4. (Versuche mit Hingerichteten.)

Kunze, einige Bemerkungen über den Galvanismus in physicher, chemischer und medicinischer Hinsicht. Hamburg 1804. 8.

Ritter, pseudogalvanische Versuche. Gehlen Journ. d. Ph. u. Ch. 6. p. 431.

Ritter, Wirkung der galvanischen Batterie auf die verschiedenen Sinne des Menschen beim Eintritt, Seyn und Austritt in und aus der Kette jener. Beiträge I. st. 4. p. 290. II. st. 2 u. 3.

Erman, Versuch einer Zurückführung der mannigfaltigen Erscheinungen elektrischer Reizung auf einen einfachen chemisch physischen Grundsatz. Abh. d. Berl. Acad. 1812. p. 155.

Marianini, mémoire sur la secousse qu' éprouvent les animaux, ou ils cessent de servir d'arc de communication entre les pôles d'un electro-moteur. Ann. de Ch. et de Ph. 40. p. 255.

Marianini, note sur un phénomène physiologique produit par l'électricité. ib. 43. p. 320.

Nobili, analyse expérimentale et théorique des phénomènes physiologiques produits par l'électricité sur la grenouille; avec un appendice sur la nature des tetanos et de la paralysie, et sur les moyens de traiter ces deux meladies par l'électricité. Ann. de Ch. et de Ph. 44. p. 60.

Nobili, comparaison entre les deux galvanomètres les plus sensibles la grenouille et le multiplicateur a deux aiguilles. ib. 38. p. 225. Pogg. Ann. 14. p. 157.

(Siehe auch die allgemeinen physiologischen Werke.)

## Besondre Theorien des Galvanismus.

Reinhold, Versuche um die eigentliche Grundkette der Voltaschen Säule auszumitteln. Gilb. Ann. 10. p. 301.

Reinhold, Untersuchungen über die Natur der Voltaschen Säule. Gilb. Ann. 10. p. 450.

Erman, Versuch einer physischen Theorie der Voltaschen Säule. Gilb. Ann. 11. p. 89.

Jäger, über einige Schwierigkeiten in Volta's Theorie der elektrischen Säule und was diese Theorie noch zu leisten hat. Gilb. Ann. 23. p. 59.

Ritter, das elektrische System der Körper. Leipzig 1805.

Pohl, Versuche und Bemerkungen über die polare Thätigkeit flüssiger Leiter. Kastn. Arch. 2. p. 168., 3. p. 1. 257., 6. p. 425.

Förstemann, über die Polarität flüssiger Leiter. Kast. Arch. 6. p. 430.

Pohl, der Process der galvanischen Kette. Berlin. 8.

Pohl, Ansichten und Ergebnisse über Magnetismus, Elektricität und Chemismus. Berlin 1829. 8. 83 S.

Pfaff, gegen Pohl's Theorie der elektrischen Erscheinungen. Kast. Arch. 10. p. 71. 273., 11. p. 393.

Pohl, Erwiederung. 11. p. 145., 12. p. 257.

Friese, theoria galvanismi. Bonn 1842. 8.

(Hand- und Lehrbücher über Galvanismus überhaupt weiter unten unter Handbüchern über Elektricität im Allgemeinen.)

## IV. Thierische Elektricität.

### Allgemeine Werke.

Matteucci, essai sur les phénomènes électriques des animaux. Paris 1840. 8. 88 S.

du Bois, vorläufiger Abriss einer Untersuchung über den sogenannten Froschstrom und über die elektromotorischen Fische. Pogg. Ann. 58. p. 1.

Geoffroy, mémoire sur l'anatomie comparée des organes électripues de la Raie torpille, du gymnotus engourdissant et du silure trembleur. Mém. du Musée d'Historie natur. 1. p. 392.

Rudolphi, über die elektrischen Fische. Abh. der Berl. Acad. 1820. 21. p. 223.

Langguth, opuscula historiam naturalem spectantia. Wittenb. 1784. 4.

du Bois, quae apud veteres de piscibus electricis exstant argumenta. Berl. 1843. 8.

Matteucci, sur les phénomènes électro-physiologiques des animaux. Paris.

### Gymnotus.

Langguth, de torpedine recentiorum genere anguilla. Witt. 1788. 4.

Gronow, descriptio gymnoti tremuli. Act. Helv. 1760. p. 26.

Williamson, an account of the gymnotus electricus. Ph. Tr. 65. p. 94.

Garden, an account of the gymnotus electricus. Ph. Tr. 65. p. 102.

John Hunter, an account of the gymnotus electricus, Ph. Tr. 1775. p. 395.

A. v. Humboldt, sur les gymnotes et autres poissons électriques. Ann. de Ch. et de Ph. 11. p. 408.

Giusan, de gymnoto electrico. Tübingen 1819.

Faraday, notice on the character and direction of the electric force of the gymnotus. Experim. Research. in Elect. 15 ser. Ph. Tr. 1839. p. 1. Pogg. Ann. Erg. p. 385.

Schönbein, observations sur les effets électriques du gymnote. Arch. de l'élect. 1. p. 445.

## Torpedo.

Langguth, de torpedine veterum genere raja. Witt. 1784. 4.

Broussonet, mémoire sur le trembleur espèce peu connu de poissons électriques. Mém. de Par. 1792. p. 692.

Hunter, anatomical observations on the torpedo. Ph. Tr. 63 p. 481.

Spalanzani, Opusc. Scell. di Milano 1783. Soc. Ital. 2. p. 603.

Girardi, saggio di osservazioni anatomiche intorno agli organi electrici della torpedine. Soc. Ital. 3. p. 553.

Réaumur, des effets que produit le poisson appelé en François Torpille ou Tremble sur ceux, qui le touchent et de la cause dont ils dependent. Mém. de Paris 1714. p. 344.

Walsh, on the electric property of the torpedo. Ph. Tr. 63 p. 461., 64. p. 464.

Ingenhouss, extract of a letter containing some experiments on the torpedo, made at Leghorn. Jan. 1. 1773. Ph. Tr. 66. p. 1

Volta, lettera sopra esperienze ed osservazioni da intraprendersi sulla torpedine. Brugnat. Ann. di Ch. 1805. t. 22. p. 223—248

Configliachi, riposta al Prof. Volta. ib. p. 249. Gehl. Journ. 4. p. 647.

Cavendish, some attempts to imitate the effects of the torpedo by electricity. Ph. Tr. 1776. p. 196.

Aldini, sur les organes des poissons électriques rapportés à la théorie du galvanisme. Essai sur le galvan. II. p. 61.

A. v. Humboldt et Guy-Lussac, expérience sur la torpille. Ann. de Ch. 56. p. 15.

H. Davy, an account of some experiments on the torpedo. Ph. Tr. 1829. p. 15.

H. Davy, an account of some experiments on the torpedo. Ph. Tr. 1832. p. 259.

J. Davy, observations on the torpedo, with an account of some additional experiments on its electricity. Ph. Tr. 1834. p. 531.

Colladon, expériences sur l'électricité de la torpille. Compt. rend. 1836. II. p. 490. Pogg. Ann. 39. p. 411.

Linari, in Matteucci lettre à Mr. Arago. Compt. rend. 1836. II. p. 46.

Matteucci, essai sur les phénomènes electriques des animaux.

Matteucci, sur l'électricité animale. Arch. de l'électr. 3. p. 153.

### Zitterwels (Silurus electricus).

Rudolphi, über den Zitterwels. Abh. d. Berl. Acad. 1824. p. 137.

### Elektricität in andern Thieren als elektrischen Fischen.

Galvani, de viribus electricitatis in motu musculari commentatio. Bon. 1791. 4.

Aldini, essai sur le galvanisme. 2 vol. 8.

Nobili, esperienze elettro-fisiologische. Mém. 1. p. 7.

Nobili, analisi sperimentale e teorica degli effetti elettro-fisiologici della rana. Mém. 1. p. 135. bibl. univ. 37. p. 10., 44 p. 48.

Matteucci, essai sur les phénomènes électriques des animaux. p. 74.

Matteucci, recherches sur le courant propre de la grenouille et des animaux a sang chaud. Arch. de l'élect. 2. p. 419.

Matteucci, de l'existence et des lois du courant électrique musculaire dans les animaux vivants ou recemment tués. Arch. de l'élect. 3. p. 5.

Matteucci, sur un phénomène physiologique produit par les muscles en contraction. Arch. de l'élect. 2. p. 628.

Prevost, sur quelques expériences relatives à l'électricité animale. ib. 2. p. 633.

du Bois, vorläufiger Abriss einer Untersuchung über den sogenannten Froschstrom und über die elektro-motorischen Fische. Pogg. Ann. 58. p. 1.

## V. Thermoelektricität.

Seebeck, über die magnetische Polarisation der Metalle und Erze durch Temperaturdifferenz. Abh. der Berl. Acad. 1822. (Entdeck. d. Gebietes.) Pogg. Ann. 6. p. 1. 133. 253.

Yelin, der Thermomagnetismus der Metalle. Gilb. Ann. 73. p. 415. 432.

Yelin, der Thermomagnetismus in einer Reihe neuer elektro-magnetischer Versuche dargestellt. München 1823. Apr. 4.

Cumming, on the developpement of electro-magnetism by heat. Cambr. Trans. 2. p. 1.

Becquerel, du pouvoir thermoelectrique des métaux. Ann. de Ch. et de Ph. 41. p. 353.

Becquerel, du développement de l'électricité par le contact de deux portions d'un même métal suffisamment inégal de temperature. ib. 23. p. 135.

Sturgeon, on the thermomagnetism of homogeneous bodies with illustrative experiments. Phil. Mag. 1831. v. 10. p. 1. 116.

Becquerel, recherches sur les effets électriques de contact produits dans les changements de température et application qu'on peut en faire à la détermination des hautes températures. Ann. de Ch. et de Ph. 31. p. 371.

Becquerel, considérations générales, sur les changements qui s'opèrent dans l'état électrique des corps par l'action de la chaleur, du contact, du frottement et de divers actions chimiques. Ann. de Ch. et de Ph. 44. p. 265. 337., 47. p. 113, 49. p. 131.

Pouillet, mémoire sur le mesure relative des sources thermoélectriques et hydroéletriques. Compt. rend. 5: p. 785. Pogg. Ann. 42. p. 297.

Pouillet, recherches sur les hautes temperatures et sur plusieurs phénomènes qui en dependent. Compt. rend. 1836. p. 782. Pogg. Ann. 39. p. 567.

Prideaux, experimental contributions towards the theory of thermoelectricity. Lond. and Ed. Ph. M. 3. p. 205. 262. 398.

Andrews, on the thermoelectric currents between metals and fused salts. Lond. and Ed. Ph. Mag. 10. p. 433.

Watkins, on thermoelectricity. ib. 11. p. 304. Pogg. Ann. 42. p. 589.

Wheatstone, on the thermoelectric spark. ib. 10. p. 414. Pogg. Ann. 41. p. 160.

Linari, Compt. rend. 1836. II. p. 46. (Erste Beobachtung des Funkens.) Pogg. Ann. 40. p. 642.

Botto, sur l'action chimique des courants thermoélectriques. bibl. univ. 51. p. 337. Pogg. Ann. 28. p. 238.

Zantedeschi, ricerche sul thermoelettrismo dinamico luce magnetico ed elettrico. Mil. 1838. 8. 72 S.

Griebel, de relatione actionum caloris et electricitatis. Berol. 1837. 4.

Wrede, Ursächliches der Thermoelektricität. Pogg. Ann. 55. p. 175.

Matteucci, über die thermoelektrischen Ströme des Quecksilbers. bibl. univ. nouv. Ser. 15. p. 187. Poggend. Ann. 47. p. 600.

Vorsselmann de Heer, über die thermoelektrische Wirkung des Quecksilbers. Pogg. Ann. 47. p. 602., 49. p. 114.

Matteucci, observations sur un mémoire de Mr. Vorsselmann de Heer relatif à des expériences thermoélectriques. Arch. de l'élect. 2. p. 227.

### Thermosäule.

Oersted et Fourier, sur quelques nouvelles expériences thermoélectriques. Ann. de Ch. et de Ph. 22. p. 375.

Nobili, sulle pile a forza constante. Mem. 1. p. 134.

Nobili, termo-moltiplicatore ossia termoscopio elettrico. Mem. 1. p. 157.

Nobili et Melloni, recherches sur plusieurs phénomènes calorifiques entreprises au moyen du thermo-multiplicateur. Mem. 1. p. 195. Ann. de Ch. et de Ph. 48. p. 198.

Nobili, Pile per il termo-moltiplicatore, a scatola, a specchi conici e sferici, a canocchiale, a raggi concentrici, a pettine. Mem. 2. p 44—50.

Melloni, Beschreibung eines Apparats zur Anstellung aller Versuche über die strahlende Wärme. Inst. 89. p. 22. Pogg. Ann. 35. p. 559.

Dove, Beschreibung einer Thermosäule für constante Ströme. Pogg. Ann. 44. p. 592.

Poggendorff, neue thermoelektrische Kette. Pogg. Ann. 50. p. 250.

Svanberg, über die vortheilhafteste Construction thermoelektrischer Apparate. Pogg. Ann. 56. p. 422.

Solly, description d'un thermomètre électrique. Arch. 1. p. 665.

Kälteerregung durch den Strom.

Peltier, nouvelles expériences sur la caloricité des cour triques. Ann. de Ch. et de Ph. 56. p. 371. Pogg. p. 342.

Moser, Repertorium I. p. 353.

Lenz, über Kälteerzeugung durch den galvanischen Str de l'Acad. de St. Pét. 1838. Juin. Pogg. Ann. 44.

Wartmann, mémoire sur la diathermansie électrique d métalliques. Arch. de l'élect. 1. p. 74.

Piancini, sur le froid produit par le courant électriq de l'électr. 1. p. 579.

Poggendorff, thermoelektrischer Gegenstrom. Pogg. p. 76.

## VI. Pyroelektricität (Krystallelektric

Theophrast, de lapidibus ed. Heinsius. Lugd. Bat. 161

Serapion, de simplicibus medicinis..

Curiöse Speculationes bei schlaflosen Nächten von einem der immer gern speculirt. Leipzig 1708.

Lemery, observations sur une pierre de l'isle de Ce attire et repousse differens corps, mais d'une mani rente. Mém. de Par. 1717. h. p. 7.

Linné, Flora Zeylonica. Holm. 1747. 8.

Wilcke, Geschichte des Turmalins. Schwed. Abh. 28 30. p. 1. 105.

Noya Caraffa, lettre sur la Tourmaline. Paris 1759. 4

Wilson, experiments on the Tourmalin. Ph. Tr. 51. 1759.

Wilson, observations upon some gems similar to the t in regard to electric experiments. Ph. Tr. 1762. p. 4

Torbern Bergmann, Anmärkning om Islands Krystalls tet. Vetensk. Acad. Handl. 1762. p. 62.

Canton, remarks on Mr. Delavals electrical experimen Tr. 52. p. 443.

Aepinus, descriptio novi phaenomeni electrici detecti in Chrysolyto sive Smaragdo Brasiliensi. Nov. Com. Acad. Petersb. 12. p. 351.

Aepinus, receuil de différens mémoires sur la Tourmaline. Petr. 1762. 8.

Torbern Bergmann, Commentarius de indole electrica turmalini. Ph. Tr. 1766. p. 236.

Aepinus, mémoire concernant quelques nouvelles expériences électriques remarquables. Mém. de Berl. 1756. p. 105.

Schulz, über die Elektricität verschiedener Schörle in Mayers Samml. phys. Aufs. der Ges. böhm. Naturf. 1. p. 261.

Hauy, mémoire sur les propriétés électriques de plusieurs mineraux. Mém. de Par. 1785. p. 206.

Hauy, observations sur la structure des crystaux appelés zeolithes et sur les propriétés électriques de quelques uns Mém. de l'Instit. 4. T. 1. p. 49.

Hauy, traité des caractères physiques des pierres précieuses. Paris 1817. p. 146.

Hauy, traité de mineralogie. Paris 1822. I. p. 206.

Becquerel, sur les propriétés électriques de la tourmaline. Ann. de Ch. et de Ph. 37. p. 1.

Becquerel, des effets de la chaleur dans les corps mauvais conducteurs de l'électricité et dans le tourmaline. Ann. de Ch. et de Ph. 37. p. 355.

Brewster, Beobachtungen über die in den Mineralien durch Wärme erregte Elektricität. Pogg. Ann. 2. p. 297. Edinb. Journ. of Sc. 2. p. 208.

Forbes, an account of some experiments on the electricity of turmalin and other minerals when exposed to heat. Trans. of the Roy. Soc. of Edinburgh 13. p. 27. Lond. and Ed. Ph. Mag. 5. p. 133.

Erman, Beiträge zur Monographie des Marekanit, Turmalin und brasilianischen Topas in Bezug auf Elektricität. Abh. d. Berl. Acad. 1829. p. 41.

Köhler, Krystallform des Turmalins, Zinksilicats und Boracits in Bezug auf ihre Pyroelektricität. Pogg. Ann. 17. p. 146.

G. Rose, über den Zusammenhang zwischen der Form und der elektrischen Polarität der Krystalle. Abh. d. Berl. Acad. 1836. p. 215.

Hankel, de thermoelectricitate crystallorum. Hal. 1839. Pogg. Ann. 49. p. 493., 50. p. 237. 471. 605.

Hankel, Nachtrag zur Thermoelektricität des Topases. Pogg. Ann. 56, p. 37.

P. Riess und G. Rose, über die Pyroelektricität der Mineralien. Pogg. Ann. 59. 553.

## VII. Reibungselektricität.

### Geschichte der Elektricität überhaupt.

Falconer, observations on the knowledge of the ancients respecting electricity. Mem. of the Soc. of Manch. 3. p. 278

Ostertag, kleine Schriften.

Gralath, Geschichte der Elektricität und elektrische Bibliothek. Versuche und Abhandlungen der naturforschenden Gesellschaft in Danzig. 1747. B. 1—3.

Historie générale et particulière de l'électricité. Paris 1752.

Dalibard, histoire abregée de l'électricité. 2 vol. 12. Paris 1766.

Krünitz, Verzeichniss der vornehmsten Schriften von der Elektricität und den elektrischen Kuren. Leipzig. 8. 1769.

Pristley, the history and present state of electricity with original experiments. Lond. 1764. 4.

Pristley, Additions to the history and present state of electricity. 1770.

Pristley, Geschichte und gegenwärtiger Zustand der Elektricität, nebst eigenthümlichen Versuchen übers. von Krünitz. Berlin 1772. 4. 517 S.

Bohnenberger, erläuternde und berichtigende Anmerkungen zu Pristleys Geschichte der Elektricität. Beiträge zur theoretischen und praktischen Electricitätslehre. St. 2. 3. Stuttg. 1793. 94.

Sigaud de la Fond, précis historique et expérimental des phénomènes électriques. Paris 1781. 8.

Kühn, Geschichte der medicinischen und physikalischen Elektricität und der neuesten Versuche in dieser nützlichen Wissenschaft. Leipz. 1783. 85. 2 Th. 8.

Kühn, die neuesten Entdeckungen in der physikalischen und medicinischen Elektricität, als eine Fortsetzung der Geschichte Leipzig 1796. 97. 2 Th.

Byewater, essay on the history, practice and theory of electricity. London 1810.

Brewster, Electricity. Artikel der Edinburger Encyclopaedie. 4. History p. 411—429,

Lunn, Electricity. Artikel der Encyclopaedia Metropolitana. 4. historical sketch of the origin and progress of electricity. p. 41—55.

de la Rive, esquisse historique des principales découvertes faites dans l'électricité depuis quelques années. Genève 1833. 8. 239 S.

Becquerel, Précis historique sur l'électricité et le magnetisme. Traité de l'électr. I. p. 1—407.

de la Rive, coup d'oeil sur l'état actuel de nos connaissances en électricité. Arch. de l'électr. 1. p. 1.

Wartmann, des travaux et des opinions des Allemands sur la pile voltaique. ib. I. p. 31.

## Zeitschriften.

Sturgeon, the Annals of Electricity, Magnetism et Chemistry and Guardian of Experimental Science. Lond. seit Oktober 1836. 10 vol. 8.

de la Rive, archives de l'électricité supplément à la bibliotheque universelle de Genève. Genève seit 1841. 3 vol. 8.

The Transactions and Procedings of the London Electrical Society. 1 vol. 4. 1837—1840.

Proceedings of the London Electrical Society. 8.

## Hand- und Lehrbücher.

Sturgeon, lectures on electricity. London 1842. 8.

Cavallo, a complete treatise on electricity in theory and practice. London 1778. 8.

Cavallo, vollständige Abhandlung der theoretischen und praktischen Lehre von der Elektricität, nebst eignen Versuchen. üb. Leipzig 1797. 2 vol. 8.

Cuthberson, Eigenschappen van de electricität Amsterdam 1782. 8. 2 vol.

**Cuthbersons**, Abhandlung von der Elektricität nebst einer genauen Beschreibung der dahingehörigen Werkzeuge und Ursachen, a. d. Hollän. Leipz. 1786—1796. 3 St. 8.

**Morgans**, lectures on electricity. 2 vol. 12. London.

**Ferguson**, an introduction to electricity. London 1770. 8.

**Lovett**, electrical philosopher. 1777. 8.

**Wilson**, short view of electricity. London 1780. 4.

**Peart**, on electricity and mangnetism. Gainsborough 1791.

**Robison**, Electricity. Encyclop. Brittan. Suppl.

**Adams**, an essay on electricity. London 1784. 8.

**Adams**, Versuch über die Elektricität worin Theorie und Ausübung dieser Wissenschaft durch eine Menge methodisch geordneter Experimente erläutert wird nebst einem Versuch über den Magnet., a. d. Engl. Leipz. 1785. 8.

**Brewster**, Electricity. 4. 139 S. Encyclop. Edinb.

**Lunn**, Electricity. 4. 129 S. Encycl. Metrop. 1830.

**Carpue**, introduction to electricity and galvanism.

**Singer**, Elements of electricity and electrochemistry. Lond. 1814.

**Singer**, Elemente der Elektricität und Elektrochemie a. d. E. mit Anmerkungen welche die neuesten elektrischen Entdeckungen enthalten, üb. von Müller. Breslau 1819. 8. 502 S.

**Murphy**, elementary principles of the theories of electricity, heat and molecular action. 1833. 8.

**Roget**, Galvanism. Art. d. Library for the diff of usef. Knowl.

**Hauy**, exposition raisonné de la théorie de l'électricité et du magnetisme d'après les principes de Mr. Aepinus. Par. 1787. 8.

**Hauy**, Darstellung der Theorie der Elektricität und des Magnetismus, üb. von Murhard. Altenburg 1801. 8.

**Lacepède**, essai sur l'électricité naturelle et artificielle. Paris 1781. 2 vol. 8.

**Deluc**, traité élémentaire sur le fluide electro-galvanique. Mil. 1804. 8.

**Biot**, traité de physique expérimentale et mathématique. Tom. II. p. 209—549. Paris 1816.

**Becquerel**, traité expérimental de l'électricité et du magnetisme et de leur rapport avec les phénomènes naturels. Paris sect. 1834. 7 vol. 8.

**Nobili**, nuovi trattati sopra il calorico, l'elettricita e il magnetismo. Modena 1838. 8. und Memorie edite et inedite.

Saxtorph, Darstellung der gesammten Elektricitätslehre. 2 vol. Copenhagen 1803.

Faulwetter, kurze Grundsätze der Elektricitätslehre. 1793. 5 Th. 8.

Donndorff, die Lehre von der Elektricität theoretisch und praktisch auseinandergesetzt. Erfurt 1784. 2 vol. 8.

Langenbucher, praktische Elektricitätslehre. Augsburg 1788.

Gälle, Beiträge zur Erweiterung und Vervollkommnung der Elektricitätslehre. Salzburg 1816. 2 vol. 8.

Röslin, kritische Prüfung und Berichtigung der bisherigen Elektricitätslehre. Ulm 1823. 8.

Sammlung elektrischer Spielwerke für junge Elektriker. Nürnb. 1804. 9. Aufl. 8.

Leschan, Grundzüge der reinen Elektricitätslehre. 1826.

Fechner, Lehrbuch des Galvanismus und der Elektrochemie. Leipz. 1829. 8. 564 S.

Aeltere Hand- und Lehrbücher.

Boulanger, traité de la cause et des phénomènes de l'électricité. 1751. 8.

Wilson, a tratise on electricity. Lond. 1752. 2 éd.

Mauduyt, mémoire sur les différentes manières d'administrer l'électricité et observations sur les effets qu'elles ont produits. Paris 1754.

Jallabert, expériences sur l'électricité avec quelques conjectures sur la cause de ses effets. Gen. 1748. 8. 304 S. 2. ed. Par. 1749. üb. 1750. Basel.

Wesenberg, Gedanken von der Elektricität. 1745.

Martin, an essay on the electricity, or an examen of her nature, her cause and her properties. London 1747.

Wagner, Erforschung der Ursachen der elektrischen Wirkungen. Liegnitz 1714. 8.

Morin, nouvelle dissertation sur l'électricité des corps. Chartres 1748.

Veratti, sur l'électricité. 12. Montpel. 1750.

Bina, electricorum effectuum explicatio, quam ex principiis Newtonianis deduxit, novisque experimentis exornavit. Palaei 1751. 4.

Klingenstierna, Tal om the nyaste rön vid electricitaten. Stockh. 1751.

Hoadly and Wilson. observations on a series of electrical experiments. 1759. 4. 2 ed. 2 vol. üb. Leipz. 1763. 8.

Watkins, a particular account on the experiments published to this time on the electricity. London. 8.

Egelin, de electricitate. 4. 1759.

Wesley, electricity made plain. London 1760. 12.

Becquet, on electricity. 8.

Berdoe, on the electric fluid. 8.

Socin, Anfangsgründe der Elektricität. Han. 1778. 8

## Besondre Werke.

Hawksbee, physico-mechanical experiments on various subjects, containing an account of several surprising phenomena, touching light and electricity. London 1709. 4.

Desaguliers, on electricity. London 1742. Course of experim. phil. v. II.

Winkler, Gedanken von den Eigenschaften, Wirkungen und Ursachen der Elektricität. Leipzig 1744. 8.

Winkler, die Eigenschaften der elektrischen Materie und des elektrischen Feuers. Leipzig 1745. 8.

Bose, recherches sur la cause et la veritable théorie de l'électricité. Berl. 1745. 4.

Gordon, phaenomena electricitatis exposita. Erf. 1744. 8. 88 S.

Bose, Commentarii V. de electricitate.

Waitz, Abhandlung von der Elektricität und deren Ursachen. Berl. 1745. 4. 237 S.

Unger, Abhandlung von der Natur der Elektricität. 1745. 4.

Favre, congetture fisiche intorno alle cagioni de fenomeni osservati nella machina elettrica. 1747. 4.

Rieger, observaciones physicas sobre la fuerza electrica. Madrid 1758.

Beccaria, elettricismo artificiale e naturale. Turin. 439 S. 4.

Beccaria, experimenta atque observationes, quibus electricitas vindex late constituitur atque explicatur. Turin. 4. 66 S.

Barletti, nuove sperienze elettriche secundo la theoria del Sign. Franklin e le produzione del Pad. Beccaria 1757. 8.

Nollet, lettres sur l'électricité dans lesquelles on examine les découvertes qui ont été faites sur cette matière depuis l'année

1752 et les consequences que l'on ex peut tirer. Paris 1760. 3 vol. 8. Recherches sur électricité. 1 vol. 12. 1749. 444 S.

Oeuvres de Franklin, traduites de l'Anglois sur la 4. éd. par Dubourg avec des additions nouvelles. Par. 1773. 4. 2 vol.

Saussure, de electricitate. Genf 1766.

Lullin, de electricitate. Genf 1766.

Lord Mahon, principles of electricity containing divers new theorems and experiments together with an analysis of the superior advantage of high and pointed conductors. London 1779. 4.

Mahon, principes d'électricité. Londres 1780. 8. 250 S.

Herbert, theoria phaenomenorum electricorum. Vienne 1778.

Lyon, on the errors of the present theories of electricity. Lond. 1780. 4.

de Tressan, essai sur l'électricité considerée comme agent universel. 1786. 2 vol. 8.

Milner, experiments and observations on electricity.

Bennet, new experiments. Derby 1789.

### Theoretische Vorstellungen von dem Wesen der Elektricität.

Werenberg, Gedanken von der Elektricität. 1745.

Kratzenstein, theoria electricitatis more geometrico explicata. 4.

Euler, disquisitio de causa physica electricitatis. Petersb. 1756. 4.

J. Euler, recherches sur la cause physique de l'électricité. Mém. de Berl. 1757. p. 125.

Beccaria, del elettricismo artificiale. 1753. 4.

Deluc, nouvelles idées sur la météorologie. 2 Th. London 1786. üb. Berl. 1787. I. p. 186.

Lampadius, Versuche und Beobachtungen über die Elektricität und Wärme der Atmosphaere. 1793. 8.

Voigt, Versuch einer neuen Theorie des Feuers. Jena 1793. 8.

Schrader, Versuch einer neuen Theorie der Elektricität. Altona 1796.

Gren, Grundriss der Naturlehre. Halle 1797. 8. §. 1408.

Heidmann, vollständige auf Versuche und Vernunftschlüsse gegründete Theorie der Elektricität. Wien 1799. 2 vol. 8.

Ritter, das elektrische System der Körper. Leipz. 1805. 8.

Winterl, Darstellung der vier Bestandtheile der anorganischen Natur. Jena 1804. 8.

Winterl, Kritik der Hypothese, welche das gegenwärtige Zeitalter der Naturwissenschaft zum Grunde legt. 1 Th. Elektricitätklehre. Gehlen Journ. d. Ph. u. Chem. 6. p. 1. 201.

Oersted, Ansicht der chemischen Naturgesetze. Berlin 1802.

Pohl, der Process der galvanischen Kette. Berlin 1829. 8.

Parrot, Grundriss der theoretischen Physik II. c. 3.

Ruhland, System der allgemeinen Chemie. Berl. u. Stettin 1828.

Berzelius, Abhandling om Galvanismen. Stockholm 1804. 8.

Wollaston, experiments on the chemical production and agency of electricity. Ph. Tr. 1801. p. 427.

Becquerel, considerations générales sur les changements, qui s'opèrent dans l'état électrique des corps par l'action de la chaleur, du contact du frottement et de diverses actions chimiques. Ann. de Ch. et de Ph. 46. p. 265. 337., 47. p. 113. 49. p. 131.

Theorien.

du Fay, de l'attraction et repulsion des corps électriques. Mém. de Paris 1733. p. 457. (2 Elektricitäten.)

Nollet, essai sur l'électricité des corps. Haag 1747. 8. 183 S.

Symmer, new experiments and observations concerning electricity. Ph. Tr. 1759. p. 340—389. (Symmersche Theorie.)

Franklin, new experiments and observations in electricity. Lond. 1751. 4. (Franklinsche Theorie.)

Franklin, Briefe über die Elektricität mit Anmerkungen von Wilcke. Leipzig 1758. 8.

Bigeon, note sur la théorie de l'électricité. Ann. de Ch. et de Ph. 33. p. 151. Pogg. Ann. 13. p. 614.

Wilcke, dissertatio physica de electricitatibus contrariis. Rostock 1757. 4. (Vertheilung.)

Aepinus, tentamen theoriae electricitatis et magnetismi. Petersb. 1759. 4. 390 S. (erste mathematische Theorie.)

Robison, Mechanical Philosophy. Edinb. 1816.

Hauy, exposition raisonnée de la théorie de l'électricité d'après les principes de Mr. Aepinus. Paris 1787. 8. üb. v. Murhard

Cavendish, an attempt to explain some of the principal phenomena of electricity by means of an elastic fluid. Ph. Tr. 1771. p. 584.

Coulomb, sur l'électricité et le magnetisme. Mém. de Par. 1789. p. 455.

Coulomb, über die Elektricität. Auszug verschied. Abh. Gren neues Journ. d. Ph. 3. p. 50.

Avogrado, considérations sur l'état dans lequel se trouve une couche d'un conducteur de l'électricité, lorsqu'elle est interposée entre deux surfaces donées d'électricité de differente nature. Delam. Journ. de Ph. 63. p. 450. Gehlen Journ. d. Ph. u. Chem. 6. p. 53.

Prechtl, einige Bemerkungen zu Avogrados Abhandlung über die Natur des elektrischen Ladungszustandes. Gehlen Journ. d. Ph. u. Ch. 6. p. 84.

Faraday, Experimental Researches in Electricity. London 1839. 8. 574 S. (enthält Series I—XIV aus den Phil. Tr. nämlich:

| | | | |
|---|---|---|---|
| I. | 1832. | p. 125. | Induction. Pogg. Ann. 25. p. 92. |
| II. | — | p. 163. | Induction. P. A. 25. p. 142. |
| III. | 1833. | p. 23. | Identität der El. verschiedener Quellen. P. A. 29. p. 274. 365. |
| IV. | — | p. 507. | Leitung durch Schmelzen. P. A. 31. p. 225. |
| V. | — | p. 675. | Chemische Zersetzung. P. A. 32. p. 501. |
| VI. | 1834. | p. 55. | Gasverbindende Wirkung des Platin. P. A. 33. p. 149. |
| VII. | — | p. 77. | Elektrolytisches Gesetz. P. A. 33. p. 301. 433. 481. |
| VIII. | — | p. 425. | Galvanische Apparate. P. A. 35. p. 1. 222. |
| IX. | 1835. | p. 39. | Gegenstrom. P. A. 35. p. 413. |
| X. | — | p. 263. | Verbesserte Voltasche Säule. P. A. 36. p. 505. |
| XI. | 1838. | p. 79. | Vertheilung. P. A. 46. p. 1. 537. |
| XII. | — | p. 83. | Entladung. P. A. 47. p. 33. 271. 529. |
| XIII. | — | p. 125. | Dunkle Entladung, El. im Vacuum. P. A. 48. p. 269. 424. 513. |
| XIV. | — | p. 265. | Elektrische Kräfte überhaupt. P. A. Erg. p. 249. |
| XV. | 1839. | p. 1. | Gymnotus. P. A. Erg. p. 385. |

XVI. XVII. 1840. p. 61—127. Theorie des Galvanismus. P. A. 52. p. 149. 547., 53. p. 316. 479. 548.

XVIII. 1843. p. 1. Elektricität durch Verdampfung.

### Vertheilung auf der Oberfläche.

Achard, expériences qui prouvent que des corps de même nature mais de différents volumes et de differentes masses se chargent de la matière électrique en raison de leur surface sans que la masse y ait la moindre influence. Mém. de Berl. 1780. p. 47.

Coulomb, le fluide électrique ne se repand dans aucun corps par une affinité chimique. Mém. de Paris 1786. p. 67.

Coulomb, de la quantité d'électricité qu'un corps isolé perd dans un temps donné par le contact de l'air plus ou moins humide. Mém. de Par. 1785. p. 612.

Coulomb, sur la manière dont le fluide électrique se partage entre deux corps conducteurs mis en contact. Mém. de Par. 1787. p. 421.

Poisson, sur la distribution de l'électricité à la surface des corps conducteurs. Mém. de l'Inst. 12. 1811. p. 1—92. 163. 274.

Poisson, sur la distribution de l'électricité dans une sphère creuse électrisée par influence. bull. univ. 2. p. 146.

Vernier, de la distribution de l'électricité dans le cas de trois sphères en contact, dont les deux extrèmes sont égales et les centres sur une même ligne. Paris 1824. 4.

Green, an essay on the application of mathematical analysis to the theories of electricity and magnetism. Nottingh. 1828. 4.

### Anziehung und Abstossung.

Coulomb, construction et usage de la balance électrique. Détermination de la loi, suivant laquelle les corps chargés d'électricité contraire se repoussent mutuellement. Mém. de Par. 1785. p. 569.

Coulomb, détermination des lois, suivant lesquelles le fluide magnétique ainsi que le fluide électrique agissent par attraction et repulsion. Mém. de Par. 1785. p. 587.

Simon, über die Gesetze, welche dem elektrischen Abstossen zum Grunde liegen. Gilb. Ann. 28. p. 277.

Kaemtz, dissertatio de legibus repulsionum electricarum mathematicis. Halae 1823. 4.

Ermerius, de lege repulsionis electricae. Lugd. Bat. 1827. 4.

Egen, über das Gesetz der elektrischen Abstossungskraft. Pogg. Ann. 5. p. 199.

Tobias Mayer, de vi electrica repulsiva. Nov. Comm. Soc. Gott. vol. V.

Yelin, Versuche und Beobachtungen zur nähern Kenntniss der Zambonischen Säule. München 1820.

Parrot, Gilb. Ann. 53. p. 346., 60. p. 28., 61. p. 274.

Brandes, Beitrag zur Beantwortung der Frage, wie die anziehende und abstossende elektrische Kraft von der Entfernung abhänge. Schweigg. Journ. 35. p. 45.

Harris, on some elementary laws of electricity. Phil. Tr. 1834.

Strehlke, Pogg. Ann. 12. p. 478. (Stellung gleich- und ungleichartig elektrischer Scheiben.)

### Gebundene Elektricität (Vertheilung)

Deluc, nouvelles idées sur la météorologie. vol. 2.

Biot, Traité de physique II. p. 280.

Harris, inquiries concerning the elementary laws of electricity. Ph. Tr. 1836. p. 417., 1839. p. 215.

Ohm, über eine verkannte Eigenschaft der gebundenen Elektricität. Schweigg. Journ. 65. p. 129.

Mohr, über Vertheilung und Bindung der Elektricität in isolirten Leitern. Pogg. Ann. 36. p. 221.

Riess, Repert. d. Phys. II. p. 30.

Pfaff, über elektrische Vertheilung und die sehr merkwürdige Erscheinung einer durch Repulsivkraft frei thätigen Elektricität ohne Propagationsvermögen. Pogg. Ann. 44. p. 332.

Riess, Bemerkungen über das Propagationsvermögen der gebundenen Elektricität. Pogg. Ann. 44. p. 332.

Knochenhauer, über die Eigenschaften der gebundenen Elektricität. Pogg. Ann. 47. p. 444.

Knochenhauer, Versuche über die gebundene Elektricität. Pogg. Ann. 58. p. 211. 391.

Faraday, Experimental Researches Series 11. 13.

Hare, letter to Pr. Faraday on certain theoretical opinions. Sill. Journ. vol. 38. sec. lett. 1841. 1. Jan.

Faraday, answer. Lond. and Ed. Ph. Mag. 17. p. 56.

Faraday, on static electrical inductive action. Lond. and Ed. Ph. Mag. 22. p. 200. Pogg. Ann. 58. p. 603.

Harris, on the specific inductive capacities of certain electrical substances. Ph. Tr. 1842. p. 165.

## Isolation und Leitung.

Gray, experiments in electricity. Ph. Tr. vol. 31. p. 104., 37. p. 18. 227. 285. 397., 39. p. 16. 166. 220. 400. (Entdeckung des Unterschiedes zwischen Leiter und Nichtleiter).

du Fay, mémoires sur l'électricité. Mém. de Paris 1733. p. 23. 73. 233. 457., 1734. p. 341. 503., 1737. p. 86. 307.

Canton, some new electrical experiments. Ph. Tr. 1754. p. 780. (Isolation der Luft.)

Beccaria, lettere del elettricismo. p. 87.

Beccaria, elettricismo artificiale e naturale (Wasser schlechter Leiter.)

Lullin, dissertatio physica de electricitate. Genf 1766. 8. (Isolation des Oeles.)

Henley, account of some new experiments in electricity. Ph. Tr. 1774. p. 389. (Dampf ein Leiter.)

Waitz, Abhandlung von der Elektricität und deren Ursachen. p. 51. §. 201. (die Flamme ein Leiter.)

du Tour, mémoire sur la manière dont la flamme agit sur les corps électriques. Mém. prés 1755. 2. p. 146.

Watson, experiments to illustrate the nature and properties of Electricity. Ph. Tr. 44. p. 41.

Pouillet, mémoire sur l'électricité des fluides élastiques et sur une des causes de l'électricité de l'atmosphère. Ann. de Ch. et de Ph. 35. p. 401.

Schafhäutl, on steam as considered as a conductor. Lond. and Ed. Ph. Mag. 18. p. 14. (uncondensirter Wasserdampf ein Isolator.)

Pristley, Experimente über die leitende Kraft verschiedener Substanzen. Geschichte der El. p. 398—409.

Pristley, experiments and observations on charcoal. Ph. Tr. 1770. p. 211.

Guyton, Scheerer Journ. d. Chem. 1. p. 297. (Diamant ein Isolator.)

Delaval, several electrical experiments. Ph. Tr. 1759. p. 83., 1761. p. 353. (Einfluss der Temperatur.)

Canton, remarks on Mr. Delaval's electrical experiments. Ph. Tr. 1762. p. 457. und 48. p. 350. 780.

Ammersin, de electricitate lignorum. Luzern 1754. (Isolation d. Holzes.)

Achard, sur l'analogie qui se trouve entre la propriété des corps de conduire le fluide électrique et de recevoir la chaleur. Mém. de Berl. 1779. p. 27.

Achard, Rozier Journ. 8. p. 364. (Eis als Cylinder einer Elektrisirmaschine.)

Morgan, electrical experiments made in order to ascertain the non conducting power of a perfect vacuum. Ph. Tr. 1785. p. 272.

Cavallo, Reihe der Körper als Leiter., vollständige Abhandlung der Lehre v. d. Elect. 1. p. 22.

Singers, Reihe, Elemente der Elektricitätslehre. p. 24.

Henrici u. Hausmann, Versuche über das elektrische Leitungsvermögen der Mineralkörper, mitgetheilt in der 9. Versamml. d. Gött. bergmänn. Vereins.

Fechner, Biot Lehrbuch der Experimentalphysik II. p. 274. (ausführliche Literatur.) (siehe auch oben p. 198.)

### Geschwindigkeit der Elektricität in Leitern.

Watson, an account of the experiments made by some gentlemen of the Roy. Soc. in order to measure the absolute celerity of electricity. Ph. Tr. 1748. p. 491.

Wheatstone, an account of some experiments to measure the celerity of electricity and the duration of electric light. Ph. Tr. 1834. p 583. Pgg. Ann. 34. p. 464.

Ettrick, on the two electricities and Pr. Wheatstones determination of the celerity of electric light. Sturg. Ann. 2. p. 39.

### Mechanische Veränderung der Körper bei dem Durchgang der Elektricität.

Nairne, the effect of electricity in shortening wires. Ph. Tr. 1780. p. 334.

Becquerel 2, Wirkung elektrischer Entladung auf Dräthe von sehr geringem Durchmesser. Pogg. Ann. 48. p. 546. bibl. univ. n. s. 20. p. 344.

Henry, Trans. of the Americ. Ph. Soc. vol. 6. Pogg. Ann. Erg. p. 310. (Umbiegen der Enden der Stücke eines unterbrochenen Leiters.)

**Fusinieri**, mémoire sur le transport de substances pond
par la foudre. bibl. univ. 48. p. 371., 49. p. 1.
**Lullin**, dissertatio physica de electricitate. p. 24. (Durchl
einer Charte.) .
**Tremery**, examen des phénomènes électriques qui ne pa
pas s'accorder avec la théorie des deux fluides. Soc. I
An. 10. p. 111. Gilb. Ann. 23. p. 426., 32. p. 312.
**Osann**, einige neue Versuche über die Natur des elekt
Funkens. Pogg. Ann. 55. p. 121.

### Seitenentladung und Rückschlag.

**Pristley**, experiments on the lateral force of electrical expl
Ph. Tr. 59. p. 57.
**Pristley**, an investigation of the lateral explosion and of tl
tricity communicated to the electrical circuit, in a dis
Ph. Tr. 60. p. 192.
**Lord Mahon**, principles of electricity.

### Schmelzen der Metalle durch Entladung.

**Kinnersley**, in Watson observations upon the effects of lig
Ph. Tr. 1764. p, 204.
**Pristley**, history of electricity. p. 294. 312. Uebers. p. 4
**Brooke**, miscellaneous experiments on electricity etc. üb
v. Kühn. Leipzig 1790. 8.
**Cuthberson**, einige Schmelzungsversuche durch galvanisch
gewöhnliche Elektricität. Nichols Journ. 8. p. 97. Gilb.
23. p. 263. practical electricity. p. 181—197.
**Singer**, Elements of electricity. I ch. 3. Uebersetz. p. 121.
**van Marum**, première continuation des expériences faites p
moyens de la Machine Teylerienne. p. 182.
**Kienmeyer**, Rozier Journ. d. Ph. 33. p. 101.

### Erwärmung der Metalle.

**Kinnersley**. Phil. Trans. 54. p. 208.
**Harris**, on the relative powers of various metallic substan
conductors of electricity. Ph. Tr. 1827. p. 18.
**Riess**, über einige Wirkungen der Reibungselektricität im
hältniss zu ihrer Anhäufung. Pogg. Ann. 40. p. 321.

Riess, über die Erwärmung im Schliessungsbogen der elektrischen Batterie. ib. 43. p. 47.

Riess, über die elektrische Verzögerungskraft und das elektrische Erwärmungsvermögen der Metalle. ib. 45. p. 1.

## Elektrische Figuren.

Lichtenberg, de nova methodo naturam ac motum fluidi electrici investigandi. Nov. Com. Soc. Gött. 1777 t. 8.

Deluc, idées sur la météorologie 1. p. 390.

Paetz van Troostwyck und Krayenhoff, verhandeling over zeekere onderscheidene Figuren, welken dor de beede Sorten van Electricität verden voordgebracht, üb. Leipz. Saml. z. Phys. 4. p. 357. 1790.

Schneider, de figuris electricis. Bonn 1840. 4.

Karsten, imponderabilium praesertim electricitatis theoria dynamica cum appendice de imaginibus, quae luce, calore, electricitate procreantur. Berol. 1843. 4. 47 S.

Lars Ekmark, neuer Beweis für die Theorie zweier elektrischer Materien. Gilb. Ann. 23. p. 431. Vetensk. Ac. Nya Handl. 1800.

Aldini, Brugnatelli Ann. di Chim. 13. p. 137. Gilb. Ann. 4. p. 422.

v. Arnim, elektrische Versuche. Gilb. Ann. 5. p. 33.

Riess, Hauchfiguren. Repert. 6. p. 180.

Karsten, über elektrische Abbildungen. Pogg. Ann. 57. p. 492., 60. p. 1.

## Elektrisches Licht.

Otto v. Guerike, experimenta nova de vacuo spatio. 1672. p. 149. (zuerst wahrgenommen.)

Wall, experiments on the luminous qualities of amber diamonds and gum-lac. Ph. Tr. 1708. p. 69.

du Fay, mémoire on l'on examine quel rapport il y a entre l'électricité et la faculté de rendre de la lumière, qui est commune a la plupart des corps électriques. Mém. de Paris 1734. p. 503.

Krünitz, von der Elektricität der Barometer. Verzeichniss p. 153. Nr. 328—364.

Trembley, on the electric nature of the barometrical light. Ph. Tr. 1746. p. 58.

Miles, On electrical fire. Ph. Tr. 44. p. 78. (Büschel.)
Pfaff, über die Entzündung des Schiesspulvers durch ei rem Durchgang durch den Erschütterungskreis gehen trische Entladung in besondrer Beziehung auf Bestin elektrischen Leitungsvermögens verschiedener Flü Schweigg. Journ. 48. p. 276.
Ludolff, histoire de l'Acad des scienc. de Berl. 17 (Zünden.)
Sturgeon, on the inflammation of gunpowder and oth ces by electricity. Ann. of Ph. 1827. 1. 20.
Doppelmayer, über das elektrische Licht. 1749.
Canton, new electrical experiments. Ph. Tr. 1754. p.

F u n k e n.

Nicholson, experiments and observations on electricity 1789. p. 265.
van Marum, Beschreibung einer sehr grossen Elektrisi Kupfer.
Heller, über das Leitungsvermögen des Wassers und B gen über das Licht des elektrischen Funkens. Gilb p. 249.
Knoch, Bemerkungen über einige elektrische Versuch Erklärung schwierig schien. Gilb. Ann. 24 p. 10 liche Stelle in der Mitte d. Funkens.)
Saxtorph, Elektricitätslehre 1. p. 225.
Hildebrand, Versuche über die Unterschiede des Licht Elektricitäten in verdünnter Luft. Schweigg. Journ. 11. p. 437.
Morgan, electrical experiments made in order to asc non conducting power of a perfect vacuum. Ph. T p. 272.
Davy, on the electrical phenomena exhibited in vacuo. 1822. p. 64
Grotthus, Schweigg. Journ. 3. p. 142.
Meinecke, Gilb. Ann. 62. p. 87.
Fechner, vom elektrischen Licht und der Spitzenström Phys. Ueb. 2. p. 311.
Faraday, Experimental researches in electricity. series 12 bis 1561.

'rauenhofer, determination du pouvoir refringent et dispersif etc. p. 44.

Vheatstone, on the prismatic decomposition of electrical light. Lond. and Ed. Ph. Mag. 7. p. 299. Pogg. Ann. 36. p. 148.

Vheatstone, an account of some experiments to measure the velocity of electricity and the duration of electric light. Ph. Tr. 1834. p. 583.

)ove, über die Discontinuität des Blitzes. Pogg. Ann. 35. p. 379.

)ove, (Augenblickliche Entstehung des Unterbrechungsfunkens.) Pogg. Ann. 56. p. 274.

;ross, elektrische Pausen. Leipz. 1776. 8. 136 S.

:iess, über die Schlagweite der elektrischen Batterie. Pogg. Ann. 53. p. 1.

[organ, experiments on electric light. Ph. Tr. 1785. p. 198.

iot, Ann. de Chim. 53. p. 321. Traité de physique II. p. 459. (durch Compression erklärt.)

ohl, der Process der galvanischen Kette. p. 320.

## Elektrische Erregung.

### a) Durch Reiben (elektrische Reihen).

oulanger, traité de la cause de l'électricité. p. 74. (Verzeichniss der Körper nach der Stärke der erregten Elektricität.)

Fay, de l'attraction et repulsion des corps électriques. Mém. de Paris 1733. p. 457.

mmer, new experiments and observations concernig electricity. Ph. Tr. 51. p. 340.

gna, de novis quibusdam experimentis electricis. Misc. Tauri 2. p. 31.

ecaria, dell'elettricismo artificiale e naturale. 1753. 4.

rgmann, elektrische Versuche mit Seidenbande von unterschiedlicher Farbe. Schwed. Abh. 25. p. 344.

ilcke, de electricitatibus contrariis. p. 54.

chtenberg, Erxleben Anfangsgründe der Naturlehre. Aufl. 6. p. 478.

vallo, vollständige Abhandlung von der El. 1. p. 308—315. 4. Aufl.

ter, das elektrische System der Körper. 3. Abschnitt. p. 112.

torph, Elektricitätslehre 1. p. 31.

Singer, Elektricitätslehre. p. 302.

Fechner, Resultate der Analysen. p. 259. (Reihe der Holz

Pereyro, de l'électricité qu'on développe en plongeant d mercure et en en retirant successivement differentes subs Arch. de l'élect. 2. p. 395.

b) Durch Sieben von Pulvern.

Kortüm in Lichtenberg Magaz. 10. 2. p. 15.

v. Arnim, elektrische Versuche. Gilb. Ann. 5. p. 33.

Aldini, elektrische Versuche. Gilb. Ann. 4. 419. Br Ann. 13. p. 135—154.

c) Durch Druck.

Libes, Traité complet et élementaire de physique. 8.

Hauy, sur l'électricité de pression. Ann. de Ch. et de l p. 95.

Dessaignes, mémoire relatif à l'influence de la temperatur pressions mécaniques et du principe humide sur l'intensi pouvoir électrique et sur le changement et la nature de électricité. Journ. de Phys. 83. p. 194. Ann. de Ch. Ph. 2. p. 59.

Becquerel, sur le développement de l'électricité par la pre ib. 22. p. 91.

d) Bei dem Verdampfen.

Lavoisior et Laplace, mémoire sur l'électricité qu'absorbe corps qui se reduisent en vapeurs. Mém. de Paris 1 p. 292.

Volta, del modo di render sensibilissima la piu debole elett sia naturale, sia artificiale. appendice. Ph. Tr. 1782. p. 2

Saussure, voyages dans les Alpes. Ch. 28.

Volta, meteorologische Briefe. Leipzig 1793. p. 193.

Erman, über den wechselseitigen Einfluss von Elektricität Wärmethätigkeit. Abh. d. Berl. Acad. 1814. p. 123.

Pouillet, mémoire sur l'électricité des fluides élastiques e une des causes de l'électricité de l'atmosphère. Ann. de et de Ph. 35. p. 401. 365.

Armstrong, on the electricity of a jet of steam issuing fr boiler. Lond. and Ed. Ph. Mag. 17. p. 370. 452., 18. p

Pattison, experiments on the electricity of high pressure steam. ib. 17. p. 376. 457.

Armstrong, on the electric phenomena attending the efflux of condensed air, and of steam generated under pressure ib. 18. p. 328.

Armstrong, on the cause of the electricity of effluent steam. ib. 20. p. 5., 22. p. 1., 23. p. 194. Pogg. Ann. 60. p. 348. 352.

Schafhäutl, remarks on the electricity of steam. ib. 17. p. 449.

Schafhäutl, on steam as considered as a conductor of electricity. ib. 18. p. 14.

Schafhäutl, on the circumstances under which steam developes positive electricity. ib. 18. p. 95. 265.

Williams, on the electricity of steam. ib. 18. p. 93.

'araday, Experimental researches in electricity. 15 series. Ph. Tr. 1843. Pogg. Ann. 60. p. 321.

---

an Marum et van Troostwyck, expériences sur la cause de l'électricité des substances fondues et refroidies. Journ. de Ph. 1788. p. 148.

. Grotthuss, über die Elektricität, die sich bei verändertem Zustande des Wassers entwickelt. Gehl. Journ. d. Chem. u. Ph. 9. p. 221.

---

ecquerel, des courants electriques qui ont lieu dans les actions capillaires et les dissolutions. Ann. de Ch. et de Ph. 24. p. 337.

## Elektrisirmaschine.

Otto v. Guerike, experimenta nova de vacuo spatio. 1672 Amst. p. 140.

Hawksbee, an experiment touching the production of light within a globe glass, whose inward surface is lined with sealing-wax, upon an attrition of its outside. Ph. Tr. 1798. p. 219.

.ausen, novi profectus in historia electricitatis 1743. 4.

Winkler, epistola, quae continet descriptionem et figuras pyrorgani sui electrici. Ph. Tr. 1747. p. 497. (Kugelmaschine.)

Watson, experiments and observations on electricity. 1745. 8. (4 Kugeln.)

Wilson, erste Cylindermaschine abgeb. in Pristley Gesch. d. El. p. 348.

Pristley, history of electricity. p. 529. (Beschreibung und Abbildung der Maschinen v. Nollet, Hawksbee, Wilson, Watson, Read, Pristley.)

Espinasse, description of an improved apparatus for performing electrical experiments. Ph. Tr. 1767. p. 186.

Nooth, on some improvements in the electrical machine. Ph. Tr. 1773. p. 335.

Nairne, electrical experiments made with a machine of his own workmanskip, a description of which is prefixed. Ph. Tr. 1774. p. 79.

Planta, 1760 erste Scheibenmaschine. Allg. deutsche Biblioth. B. 24. Anh. 4. Abth. p. 549.

Ingenhouss, Improvements in electricity. Ph. Tr. 1779. p. 661. Schriften 1. p. 169. (Scheibenmaschine.)

Bohnenberger, Beschreibung einiger Electrisirmaschinen und electrische Versuche nebst 6 Fortsetzungen. Stuttgard 178[illegible] bis 1791.

Schmidt, Beschreibung einer Electrisirmaschine und deren Gebrauch. Berlin 1778. 4. 56 S.

Langenbucher, Beschreibung einer verbesserten Electrisirmaschine. Anspach 1780. 8.

Hoffmann, praktische und gründliche Anleitung auf eine leicht und wohlfeile Art gute Electrisirmaschinen zu bauen. Leipzig 1795. 8.

Nicholson, experiments and observations on electricity. Ph. Tr. 1789. p. 265.

Pearson, experiments and observations made with the view to ascertain the nature of the gas produced by passing electric discharges through water Nichols. Journ. 1. pag. 241. 299. 3[illegible]

Cuthberson, Beschreibung einer Elektrisirmaschine und einiger damit von Deimann und Trostwyk angestellter Versuche. Leipzig 1790. (Scheibenmaschine mit zwei isolirenden Ständern.)

van Marum, description d'une très grande machine électrique

placée dans le musée de Teyler a Haarlem et des expériences faites par le moyen de cette machine. Continuation 1. 2. 1795.

van Marum, Beschreibung einer sehr grossen Electrisirmaschine und der damit angestellten Versuche. Leipzig 1786. 8.

Musnier, Mém. de Paris 1772. p. 502. in Bertholon de l'électricité du corps humain 2 p. 110. (4 isolirte Küssen.)

St. Julien, Rozier Observations sur la physique 1788. v. 33. p. 367. (3 Scheiben).

Wolff, über Elektricität und Verbesserung der Electrisirmaschinen vorzüglich an ihren Reibern. Gilb. Ann. 12. p. 597.

Nicholson, Vergleichung der Cylindermaschinen und der Scheibenmaschinen in ihrer Wirkung. Gilb. Ann. 23. p. 298. s. Nichols, Journ. 1. p. 83.

Cuthberson u. Singer, Vergleichende Versuche über die elektrische Kraft der Cylindermaschinen und der Scheibenmaschinen. Gilb. Ann. 39. p. 245.

Boht, Maschine, beschrieben von Pfaff, neuer Gehler. E. p. 443.

Wolfram, Beschreibung einer neuen Elektrisirmaschine. Gilb. Ann. 74. p. 53. (Glockenmaschine.)

Hare, description of an electrical machine so constructed as to be above the operator. Sturg. Ann. 1. p. 487.

Pfister, eine besonders wirksame Elektrisirmaschine nebst einigen damit angestellten Versuchen. Baumg. Journ. 3. p. 439.

Elektrisirmaschinen aus andern Substanzen.

Volta, de corporibus eteroelectricis quae fiunt idioelectrica, experimenta atque observationes. 1771. (Pappe.)

Ingenhouss, vermischte Schriften. 1784. 1. p. 18. (Pappe zwischen Hasenbälgen.)

van Marum, Abhandlung über das Elektrisiren. 1777. 8. (Gummilakscheibe in Quecksilber laufend.)

Pickel, experimenta physico-medica de electricitate. Würzb. 1778. 8. (Holzscheibe.)

Lichtenberg, Goth. Mag. 1. 1. 83. 1781. (Trommel v. wollnen Zeuge.)

Walckier, Mém. de Paris 1784. Gilb. Ann. 23. pag. 309. (aus gefirnister Seide.)

Rouland, description des machines électriques à taffetas. Amst. 1785. 8.

Krüger, Geschichte der Erde. Halle 1746. 8. p. 177. (Bekanntmachung der von v. Kleist gemachten Entdeckung.)

Gralath, Geschichte der Elektricität. 2. Absch. p. 407. Abh. der nat. Ges. in Danzig I. 1747.

Muschenbroek, lettre à Mr. Réaumur. Mém. de Par. 1746. p. 2.

Winkler, die Stärke der elektrischen Kraft des Wassers in gläsernen Gefässen, welche durch den Muschenbrökschen Versuch bekannt geworden. Leipzig 1746. 8. 164 S.

Watson, further experiments and observations tending to illustrate the nature and properties of electricity. Ph. Tr. 44. p. 41. 704.

Strömer. Untersuchung von der Elektricität. Sch. Abh. 1746. p. 154.

Franklin, Briefe von der Elektricität, üb. v. Wilcke. Leipz. 1758.

Beccaria, new experiments in electricity. Ph. Tr. 1767. p. 297.

Wilson, new experiments upon the Leyden phial respecting the termination of conductors. Ph. Tr. 1778. p. 999.

Wilcke, elektrische Versuche und Untersuchungen wie die elektrische Ladung und Schlag durch mehr Körper als Glas und Porzellan erhalten werden können. Schwed. Abh. 1758. p. 241.

Wilcke, fernere Untersuchung von den entgegengesetzten Elektricitäten bei der Ladung und den dazu gehörenden Theilen. ib. 1762. g. 213. 253.

Brooke, vermischte Erfahrungen über die Elektricität. üb. von Kühn. Leipzig 1790. 8.

Wilkinson, on the Leyden phial. London 1798. 8.

Barletti, della supposta eguaglianza di contraria elettrica nelle due opposte facce del vetro o di uno strato resistente per ispigiare la scarica o scossa della boccia di Leyden. Mem. dell. Soc. Ital. 4. p. 304.

Barletti, della lege d'immutabile capacita e necessaria contrarieta di eccesso e difetto di elettricita negli opposti lati del vetro e di altro strato resistente supposta da Franklin per la spiegazione della scarica elettrica nella boccia Leidense ib. 7. p. 444.

Henley, account of some new experiments in electricity. Ph. Tr. 1774. p. 389.

Cavendish, some attempts to imitate the effects of the torpedo

by electricity. Ph. Tr. 1776. p. 196. (Einfluss der Dicke des Glases.)

Gray, observations on the manner in which glass is charged with the electric fluid and discharged. Ph. Tr. 1788. p. 121.

Nicholson, experiments and observations on electricity. Ph. Tr 1789. p. 183. Gilb. Ann. 23. p. 273. (Glimmerbatterie.)

von Marum, Beschreibung einer grossen elektrischen Batterie von 550 Quadratfuss Belegung und einiger damit angestellten Versuche. Gilb. Ann. 1. p. 68. 275.

Sturgeon, Ann. of El. 2. p. 86. (Mittel gegen Zerspringen der Flaschen.)

Bohnenberger, Beschreibung einer Elektrisirmaschine. 1784 p. 44. (Glastafelbatterie.)

Dana, Schweigger Journ. 23. p. 257. (Tafelbatterie aus abwechselnden Schichten von Glas und Zinnfolie.)

Haldane, a method of measuring the force of an electrical battery during the time of its being charged. Nichols. Journ. 1 p. 156. Gilb. Ann. 3. p. 22. (äussere Belegung ladet eine Entladungsflasche.)

Cuthberson, ein neues sehr einfaches Mittel die Kraft der elektrischen Flaschen beträchtlich zu erhöhen und Methoden diese Kraft genau zu messen. Nichols. Journ. 2. p. 525. Gilb. Ann. 3. p. 1.

Bohnenberger. Gedanken über die Möglichkeit elektrische Verstärkungsflaschen weit stärker als bisher zu laden. Gren Journ. 2. p. 19.

Reade, summary view of the spontaneous electricity p. 16. (Nachweisung schwacher Rückstände durch den Condensator.)

Canton, an attempt to account for some of the phenomena of electrical experiment. Ph. Tr. 48. p. 350. 780. (Durchdringung des erwärmten Glases durch Elektricität.)

Volta, fortgesetzte Versuche über die Elektrität. Gilb. Ann. 14 p. 257. Expériences tendantes à prouver la perméabilité du verre pour le fluide électrique, et la charge de la bouteille et du carré armé par double accumulation. van Mons Journ. 1803 Janv. Gilb. Ann. 24. p. 310.

Zamboni, neuere Versuche mit elektrischen Säulen. Gilb. Ann. 51. p. 185.

Biot, Traité de physique expérimentale et mathématique. 2. p. 382.

Riess, über einige Wirkungen der Reibungselektricität im Verhältniss zu ihrer Anhäufung. Pogg. Ann. 40. p. 321.

### Auslader.

de Romas, mémoire sur un moyen aisé pour élever fort haut un corps électrisable isolé. Mém. pres. de math. et ph. 2. p. 393.

Lane, description of an electrometer invented by him, with an account of some experiments made with it. Ph. Tr. 1767. p. 431.

Cuthberson, measurement by explosion. Nichols. Journ. 2. p. 215.

Henley, Cavallo. vollst. Abh. der Elekt. 4. Aufl. 1. p. 161.

Lawson, discharging elektrometer. Ph. Mag. 11. 251.

v. Hauch, Versuch eines verbesserten Auslade-Elektrometers. Gren neues Journ. 1. p. 345.

### Funkenmesser.

Gross, Elektrische Pausen. Leipzig 1776. 8.

le Roy, sur la différence des distances auxquelles partent les étincelles entre deux corps métalliques des figures différentes. Mém. de Par. 1766. p. 541.

Langenbucher, Beschreibung einer Elektrisirmaschine. 1780. 8. p. 46.

### Elektrophor.

Volta, lettere sul elettroforo perpetuo. Scelta di opusc. di Milano. 8. p. 127.; 9. p. 91.; 10. p. 37. Rozier Journ. de Ph. 7. p. 21.

Ingenhouss, electrical experiments to explain how far the phenomena of the electrophorus may be accounted for by Dr. Franklins theory of positive and negative electricity. Ph. Tr. 1778. p. 1027.

Wilcke, Untersuchung der bei Voltas neuem Elektrophoro perpetuo vorkommenden elektrischen Erscheinungen. Schwed. Abh. 1777. p. 54. 116. 200.

Henley, observations and experiments tending to confirm Ingen-



houss theory of the electrophorus, and to show the meability of glass. Ph. Tr. 1778. p. 1049.

**Kraft**, tentamen theoriae electrophori. Act. Acad. Petr. p. 154.

**Achard**, expériences sur l'électrophore avec une théorie instrument. Mém. de Berl. 1776. p. 122.

**Hemmer**, Zergliederung des beständigen Elektricitätsträgers. ( Acad. Theod. Palat. 4. Phys. p. 94.

**Klindworth**, Goth. Mag. 1. 2. p. 35. (Beschreibung des g Lichtenbergischen Elektrophors.)

**Obert**, Goth. Mag. 5. 3. p. 96.

**Mickeler**, Theorie des Elektrophor. ib. 5. 3. p. 110.

**Heidemann**, vollständige Theorie der Elektricität. 1. p. 5

**Pickel**, experimenta physico medica de electricitate et calor mali. Würzb. 1778. 8.

**Gr. v. Matuschka**, von dem Elektrophor. Oek. Nachr. d sellsch. in Schlesien 7. p. 67.

**v. Marum**, Antwoord op de vraag; op te geeven den t toestel van den electrophore, de byzondere verschynzele dit electrisch werktuig proefkundig te verklaaren, en a wiizen, welk nieuw licht hetzelve aan di leere der elect toegebracht heeft. Verhand. van het Genootsch. te Rott p. 195.

**Lichtenberg**, doppelter Elektrophor. Goth. Magaz. 1. 2.

**Weber**, neue Erfahrungen ideoelektrische Körper ohne e Reiben zu elektrisiren. Augsb. 1781. 8.

**Weber**, Beschreibung des Luftelektrophors. Augsb. 1779. {

## Condensator.

**Volta**, on the method of rendering very sensible the we natural or artificial electricity. Ph. Tr. 1782. p. VII.

**Cavallo**, on the method of manifesting the presence and a taining the quality of small quantities of natural or arti electricity. Ph. Tr. 1788. p. 1.

**Cavallo**, description of a new electrical instrument capab collecting together a diffused or little condensed quantit electricity. ib. p. 255.

**Cavallo**, elements of natural philosophy 3. p. 425.

**Bennet**, an account of a doubler of electricity, or a machin

which the least conceivable quantity of positive or negative electricity may be continually doubled, til it becomes perceptible by common electrometer, or visible in sparks. Ph. Tr. 1787. p. 288.

Bennet, experiments and observations made with the doubler of electricity, with a view to determine its real utility in the investigation of atmospheric electricity. Ph. Tr. 1794. p. 266.

Robison, System of Mechanical. Philosophy vol. 4.

Nicholson, a description of an instrument which, by the turning of a winch, produces the two states of electricity without friction or communication with the earth. Ph. Tr. 1788. p. 403. Nichols. Journ. 2. p. 370.; 4. p. 95. Gren. Journ. d. Ph. 2. p. 61.

Bohnenberger, Beschreibung unterschiedlicher Elektricitätsverdoppeler von einer neuen Einrichtung nebst einer Anzahl von Versuchen über verschiedene Gegenstände der Elektricitätslehre. Tübingen 1798. 8. Gilb. Ann. 9. p. 158.

Read, on the electrical doubler. Nich. Journ. 2. p. 495.

Nichholson, über die Instrumente, welche bestimmt sind sehr kleine Grade von Elektricität zu verstärken und merkbar zu machen. Nich. Journ. 1 p. 395. Gilb. Ann. 9. p. 121.

Cuthberson, Beschreibung eines neuen sehr empfindlichen Condensators. Nich. Journ. 2. p. 281. Gilb. Ann. 13. p. 208.

v. Breda, Antwoord op de vraage, terwyl de condensateur door Volta onlangs uitgedagt, gelegenheid geeft, om eene zeer geringe elektrike kracht van den dampkring te outdekken. Verhand. van het Maatsch. te Haarlem 26. p. 363.

Dumotiez, Rozier Journ. de Ph. 31. p. 431.

Hachette et Desormes, sur le doubleur d'électricité. Soc. Philom. Ann. 12. p. 177.

Péclet, Annales de Ch. et de Ph. 3. sér. 2. p. 100. (Doppelcondensator wie der von Bennet.)

## Elektroskope uno Elektrometer.

du Fay, mém. 3. 4. sur électricité. Mém. de Paris 1733. p. 233. 457.

Nollet, Eclaircissements sur plusieurs faits concernant l'électricité. Mém. de Par. 1747. p. 102.

Waitz, Abhandlung von der Elektricität und deren Ursachen. 1745. §. 180.

d'Arcy, mémoire sur l'électricité contenant la description d'un électromètre ou d'un instrument servant à mesurer la force électrique. Mém. de Par. 1749. p. 63.

Canton, new electrical experiments. Ph. Tr. 48. p. 350. 780.

Cavallo, new electrical experiments and observations; with an improvement of Cantons electrometer. Pr. Tr. 1777. p. 388.

Volta, meteorologische Schriften. Brief 1. (Strohhalmelectrometer.)

Volta, della maniera di far servire l'electrometro atmosferico portabile all uso di un igrometro sensibilissimo. Mem. della Soc. Ital. 5. p. 551.

Bennet, description of a new electrometer. Ph. Tr. 1787. p. 26. 32. (Goldblattelektrometer.) Gren Journ. d. Ph. 1. p. 380.

Saussure, voyages dans le Alpes II. p. 202.

Deluc, nouvelles idées sur la météorologie. p. 397. Ueb. 2. §. 394. (électromètre fondamental.)

Pristley, an account of a new electrometer, contrived by Mr. Henley, and of several electrical experiments made by him. Ph. Tr. 1772. p. 359. (Quadrantenelectrometer.)

Langenbucher, Beschreibung einer beträchtlich verbesserten Elektrisirmaschine. 1780. p. 44.

Achard, über die Kraft der Elektricität verglichen mit der Kraft der Schwere. Beschäft. der Berlin. Ges. naturf. Freunde. 1. p. 53.

Ellicot, on weighing the strength of electrical effluvia. Ph. Tr. 1746. p. 96.

Richmann, de indice electricitatis et de ejus usu in definiendis artificialis et naturalis electricitatis phaenomenis. Nov. Com. Acad. Petrop 4. p. 301.

Lane, description of an electrometer invented by him, with an account of some experiments made by him with it. Ph. Tr. 1767. p. 451.

Vasalli, expériences électriques. Mém. de Turin 5. p. 57.

Hauy, Traité de mineralogie. I. fig.

Terry, Roz. Journ. de Ph. 24. p. 315.

Boyer Brun, ib. 28. p. 183.

Chappe, sur une manière de discerner l'électricité. ibid. 34. p. 62.

Comus, ib. 7. p. 520.

Cadet, Ann. de Chim. 37. p. 68.

Parrot, entretiens sur la physique, Dorpat 1822. V. p. 86.

Parrot, über die Sprache der Elektricitätsmesser. Gilb. Ann. 61. p. 263.

Cuthberson, on de distinction of the electricities. Phil. Mag. 19. p. 83.

Nicholson, on instruments for the distinction of electricity. Nichols. Journ. 3. p. 121.

Marechaux, ein neuer unglaublich empfindlicher Elektrometer und Versuche damit über die Elektricität der Voltaschen Säule und der Luft. Gilb. Ann. 15. p. 93. 99.; 16. p. 115.; 19. p. 476.; 20. p. 357.; 22. p. 318.; 25. p. 4. 18.; 26. p. 29. 123.

Behrens, Beschreibung eines neuen Elektrometers. Gilb. Ann. 23. p. 24. (Trockne Säule bestimmt die Bewegung des Goldblattes.)

Bohnenberger, Tübinger Blätter für Naturwissenschaft. 1. p. 380. Gilb. Ann. 51. p. 390. (Bohnenbergers Elektrometer.)

Becquerel, des actions électromotrices produites par le contact des métaux et des fluides. Ann. de Ch. et de Ph. 25. p. 405. Pogg. 2. p. 170. (das vorige mit horizontaler Säule.)

Fechner, über einen Apparat zur Anstellung der Voltaschen Grundversuche. Pogg. Ann. 41. p. 220.

Oersted, über ein neues Elektrometer. Pogg. Ann. 53. p. 612.

Dillmann, über das Oerstedsche Elektrometer. Pogg. Ann. 55. p. 300.

Brooke, account of a new electrometer. Ph. Tr. 1782. p. 384.

Coulomb, contruction et usage d'une balance électrique, fondée sur la propriété qu'ont les files de métal, d'avoir une force de reaction de torsion proportionelle à l'angle de torsion. Mém. de Par. 1785. p. 569.

Harris, inquíries concerning the elementary laws of electricity. Ph. Tr. 1836. p. 447. (bifile balance.)

(Siehe auch die Lehrbücher von Cavallo, Cuthberson, Adams.)

### Elektrisches Thermometer.

**Kinnersley** in **Franklin**, Experiments and Observatio p. 396.

**Beccaria**, elettricismo artificiale p. 229.

**Saxtorph**, Elektricitätslehre 1803. p. 417.

**Harris**, on the relative powers of various metallic su as conductors of electricity. Ph. Tr. 1827. p. 18.

**Riess**, Notiz über das elektrische Luftthermometer. Po 52. p. 315.

**Poggendorff**. ib. 52. p. 324.

### Chemische Wirkungen.

**Warltire**, in Pristley experiments on air. vol. 3.

**Cavendish**, on the conversion of a mixture of dephlog and phlogisticated air into nitrous acid, by the electri Ph. Tr. 1788. p. 261. Gren. Journ. d. Ph. 1. p. 282.

**Paets van Trostwyk** u. **Deimann**, über die Zerleg Wassers in brennbare und Lebensluft durch den elek Funken. Roz. Observ. 34. p. 130. Gren. Journ. 2.

**Pearson**, experiments and observations made with the ascertaining the nature of the gaz produced by passing dicharges through water. Ph. Tr. 1797. p. 142.

**Singer**, Elements of Electricity. 1. ch. 3. Ueb. p. 129.

**Wollaston**, experiments on the chemical production and of electricity. Ph. Tr. 1801. p. 417. Gilb. Ann. 11.

**Davy**, on some chymical agencies of electricity. Ph. T p. 1. Gilb. Ann. 28. p. 42.

**Simon**, über die Wirkung der verstärkten Elektricität schiedene Thierarten. Gilb. Ann. 30. p. 54.

**Bonijol**, bibl. univ. An. 1831. p. 213.

**Faraday**, Experimental Researches in Electricity. Se §. 309. 331.

**Schönbein**, Beobachtungen über den bei der Elektrolysa Wassers und dem Ausströmen der gewöhnlichen Ele aus Spitzen sich entwickelnden Geruch. (Ozon.) Pog 50. p. 616.

**Schönbein**, über die Natur des eigenthümlichen Geruchs,

sich sowohl am positiven Pole einer Säule während der Wasserelektrolyse, wie auch beim Ausströmen der gewöhnlichen Elektricität aus Spitzen entwickelt. Denksch. d. München. Akad. III. 3. p. 589. Arch. de l'électr. 3. p. 295.

le la Rive, observations sur la notice, qui precède. ib. 3. p. 308.

## Magnetische Wirkungen.

a. Magnetisiren des Stahls (siehe oben pag. 160. 167.).

ɹlambias, Instit. 1834. No. 82. Pogg. Ann. 34. p. 83.

b. Ablenkung der Magnetnadel durch den verzögerten Strom.

Colladon, déviation de l'aiguille aimantée par la courant d'une machine électrique ordinaire et par l'électricité des nuages. Ann. de Ch. et de Ph. 32. p. 62. Pogg. Ann. 8. p. 336.

'araday, Experimental Researches §. 289—307. Pogg. Ann. 29. p. 184.

tiess, Repertorium 2. p. 51.

## Inductionserscheinungen.

(siehe oben pag. 166. 168.)

## Einfluss auf Phosphorescenz.

ɹane, Pristley Geschichte der Elektricität. p. 197.

Canton, an easy method of making phosphorus, that will imbibe and emit light, like the Bolognian stone, with experiments and observations. Ph. Tr. 58. p. 337.

Vilson, a series of experiments relating to the phosphori and the primatic colours. London 1775. 4.

Iorgan, observations on phosphoric light. Ph. Tr. 1785. p. 208.

ìkrimshire, experiments on the phosphorescent effects of electricity upon different bodies. Nicholson Journ. 15. p. 281., 16. p. 101., 19. p. 153.

'earsal, experiments on the communication of phosphorescence and colour to bodies by electricity. Roy. Inst. 1. p. 77., 1831 p. 267. Pogg. Ann. 20. p. 252., 22. p. 566.

Ieinrich, die Phosphorescenz der Körper oder die im Dunkeln bemerkbaren Lichtphaenomene der anorganischen Natur. Nürnberg 1810,

Becquerel, von einigen neuen Eigenschaften des elektrischen

Lichts in Bezug auf Phosphorescenz. Compt. rend. 8. p. 216. Pogg. Ann. 48. p. 543.

**Becquerel** u. **Biot**, über die Natur der vom elektrischen Licht ausgehenden und in der Ferne Phosphorescenz erregenden Strahlen. Compt. rend. 8. p. 223. Pogg. Ann. 48. p. 549.

**Becquerel** 2, Untersuchungen über die Hervorrufung der Phosphorescenz und über verschiedene Eigenschaften des elektrischen Funkens. bibl. univ. n. s. 20. p. 344. Pogg. Ann. 48. p. 540.

### Physiologische Wirkungen.

**Cavendish**, some attempts to imitate the effects of the torpedo. Ph. Tr. 1776. p. 196.

**Robison**, Mechanical Philosophy. vol. 4.

**Volta**, fortgesetzte Versuche über die Elektricität. Gilb. Ann. 14. p. 261.

**van Marum**, tweede Vervolg der proefnemingen gedaan met Teylers Electrisir-Maschine. Haarlem 1795. 4.

Galvanische und elektrische Versuche an Menschen und Thierkörpern angestellt von einer medizinischen Privatgesellschaft zu Mainz. Frankf. 1829. 4. 50 S.

**Hemmer**, elektrische Versuche mit belegten Thieren. Com. Acad. Theod. Palat. 5. p. 158.

**Abilgaard**, tentamina electrica in animalibus instituta. Coll. Soc. Med. Havniens 2. p. 157.

**Veratti**, de animalibus electrico ictu percussis. Com. Bon. 7. p. 41.

**van Marum**, Tilloch. Phil. Mag. 8. p. 194. 318. Second Continuation. Harlem 1795. 4.

**Achard**, mémoire renferment le recit de plusieurs expériences électriques faites dans différentes vues. Mém. de Berl. 1781. p. 9.

### Medicinische Anwendung.

**Lower**, electricity rendered useful. London 1760. 8.

**Krünitz**, Verzeichniss der vornehmsten Schriften von der Elektricität und den elektrischen Kuren. Leipzig 1769. p. 159. Nr. 350—472.

**Hartmann**, die angewandte Elektricität bei Krankheiten des menschlichen Körpers. 1770 8.

Cavallo, essay on the theory and practice of medical electricity. London 1780.

Vivenzio, Teoria e pratica del elettricita medica. Napoli 1784. 4. 158 S.

Bertholon, de l'électricité du corps humain dans l'état de santé et de maladie. 2. vol. 8. Paris 1786.

Spengler, Briefe welche einige Erfahrungen der elektrischen Wirkungen in Krankheiten enthalten. Copenhagen 1754. 8.

Kühn, Geschichte der medicinischen und physikalischen Elektricität. Leipzig 1785. 2 vol.

Boeckmann, über die Anwendung der Elektricität bei Krankheiten. Durlach 1787.

. Barneveld, medicinische Elektricität. üb. Leipz. 1787. 8.

reyenhoff, de l'application de l'électricité à la medicine. 1788. 4.

eimann, von den guten Wirkungen der Elektricität in verschiedenen Krankheiten mit Zusätzen v. Kühn. Kopenhagen 1793. 2 vol.

### Einfluss auf die Vegetation.

ertholon, de l'électricité des végétaux übers. Leipzig 1785. 8. 301 S.

genhouss, Versuche mit Pflanzen. 3 vol. 1778—1790.

es et Koestlin, de effectibus electricitatis. Tübingen 1775.

## VIII. Atmosphärische Elektricität.

### 1. Bei heiterm Himmel (siehe Elektrometer).

Monnier, observations sur l'électricité de l'air. Mém. de Paris 1752. p. 233. (tägliche Periode.)

zéas, observations upon the electricity of the air made at the chateau de Maintenon. Ph. Tr. 1753. p. 377. (Drachen.)

ccaria, della elettricita terrestre atmospherica a cielo sereno osservazioni. 54 S. 4.

nayne, account of some observations on atmospherical electricity in regard of fogs, mists etc. with some remarks by Henley. Ph. Tr. 1772. p. 137.

Cavallo, extraordinary electricity of the atmosphere observed at Islington in Oktober 1775. Ph. Tr. 1776. p. 407.

Cavallo, new electrical experiments. ib. 1777. p. 48.

Bennet, Ph. Tr. 1788. p. 288. (Anwendung der Flamme als Collector.)

Saussure, voyages dans les Alpes §. 294. 648. 783. 791—836. (geschleuderte Kugel.)

Volta, meteorologische Briefe (Rauchsäule).

Read, summary view of the electricity of the earth and atmosphere. London 1793. Ph. Tr. 1791. p. 185. 1792. p. 225. (feste Zuleitstange.)

v. Gersdorff, Beobachtungen der atmosphärischen Elektricität zu Meffersdorff in der Oberlausitz nebst einigen daraus gezogenen Resultaten. Görlitz 1802. 4. 108 S.

Schübler, Bestimmung der täglichen Perioden der atmosphärischen Elektricität. Schweigg. Journ. 1. p. 123.

Schübler, Resultate einer Reihe von Untersuchungen über die atmosphärische Elektricität ib. 8. p. 21.

Schübler, Untersuchungen über einige Erscheinungen der atmosphärischen Elektricität in den Alpen ib. 9. p. 347.

Schübler, Bemerkungen über elektrometrische Beobachtungen ib. 19. p. 1.

J. Davy, some observations on atmospheric electricity. Edinb. Tr. 1836.

Crosse, Encyclop. Edinb. Art. Electricity p. 486.

Colladon, déviation de l'aiguille aimantée par l'électricité des nuages (Galvanometer als atmosphärisches Elektroskop). Ann. de Ch. et de Ph. 32. p. 62. Pogg. Ann. 8. p. 336.

Arago, Observations in Becquerel traité de l'électricité. 4. p. 93.

Becquerel et Breschet, ib. 4. p. 110. (abgeschossener Pfeil als Collector.)

Weekes, Journal in Transact. of the El. Soc., apparatus p. 41.

Plantamour, mémoire sur l'électricité atmosphérique Arch. de l'élect. 1. p. 560.

## 2. Theorien.

Volta, meteorologische Briefe und Opera I. (durch Verdampfung)

Saussure, voyages dans Alpes II. §. 805.

**Erman**, kritische Beiträge zur atmosphärischen Elektrometrie. Gilb. Ann. 15. p. 385.

**Erman**, über den wechselseitigen Einfluss des Elektricität und Wärmethätigkeit. Abh. der Berl. Akad. 1819. p. 123. (gegen Volta.)

**Erman**, über eine eigenthümliche reciproke Wirkung der zwei entgegengesetzten elektrischen Thätigkeiten. ib. 1818. p. 351.

**Pouillet**, mémoire sur l'électricité des fluides élastiques et une des causes de l'électricité de l'atmosphère. Ann. de Ch. et de Ph. 35. p. 401. Pogg. Ann. 11. p. 417.

**Pouillet**, sur l'électricité qui se développe dans les actions chimiques et sur l'origine de l'électricité de l'atmosphère. ib. 36. p. 5. Pogg. Ann. 11. p. 442.

**Peltier**, recherches sur la cause des phénomènes électriques de l'atmosphère et sur les moyens d'en receuillir la manifestation. Ann. de Ch. et de Ph. 1842. 4. p. 385.

## Gewittererscheinungen.

**Hartmann**, von der Verwandschaft und Aehnlichkeit der elektrischen Kraft mit den erschrecklichen Lufterscheinungen. Hannover 1759. 8.

**Bertholon**, de l'électricité des météores. Paris. 2. vol. 1787. über 1792. 8. 2 vol. Leipzig.

**Poncelet**, la nature dams la formation du tonnerre. Paris 8. 1766.

**Maffei**, della formazione dei fulmini. Verona 1747. 4.

**Barberet**, dissertation sur le rapport qui existe entre les phénomènes du tonnerre et ceux de l'électricité. Bourd. 1750. 4.

**Gardini**, de influxu electricitatis atmosphaerici.

**Winkler**, Abhandlung von dem elektrischen Ursprug des Wetterleuchtens. 1746.

**Mylius**, on extracting electricity from clouds. Ph. Tr. 1752. p. 559.

**Watson**, a letter concerning the electrical experiments made in England upon thunderclouds. Ph. Tr. 1752. p. 567.

**Deluc**, über die Schwierigkeiten in der Meteorologie. Gren. Journ. 4. p. 277.

**de Romas**, mémoire ou après avoir donné un moyen aisé pour élever fort haut et à peu de frais un corps électrisable isolé, un cerf volant, on rapporte des observations frappantes, qui

prouvent que plus le corps est élevé au dessus de la terre, plu le feu de l'électricité est abondant. Mém. prés. 2. p. 339. 4. p. 514.

Prince de Galitzin, observations sur l'électricité naturelle par le moyen d'un cerf-volant. Act. Acad. Petr. 1778. p. 2. h. 76.

Franklin, letter concerning an electrical kite. Ph. Tr. 47. p. 565.

Lining, answer to several queries concerning his experiment of electricity with a kite. Ph. Tr. 48. p. 757.

Zandeteschi, della polarizatione dei conduttori isolati e di un nuovo apparachio per esplorare l'elettricita atmosferica chiamato elettro magnetometro. Milan 1837. 8.

Ettrick, on a new isolator for atmospheric electric apparatus. Sturg. Ann. 1. p. 378.

Sturgeon, Lond. and Edinb. Phil. Mag. 6. p. 418.

Dove, über die Discontinuität der Blitze. Pogg. Ann, 35. p. 379.

Faraday, über einige vermeintliche Formen des Blitzes. Lond. and Ed. Ph. Mag. 19. p. 104. Pogg. Ann. 54. p. 98.

Fusinieri, mémoire sur le transport des substances pondérables par la foudre. Bibl. univ. 48. p. 371. 49. p. 1.

## Magnetisirende Wirkungen des Blitzes.

Franklin, letters on electricity. p. 90.

Franklin, on the effect of lightning. Ph. Tr. 1751. p. 289.

Beccaria, letter del elettricismo p. 252. 262.

Dod, an account of an extraordinary effect of lightning in communicating magnetism. Ph. Tr. 39. p. 74.

Fargeau, note sur une chute de la foudre qui a produit des effets magnétiques remarquables. Compt. rend. 7. Aout 1843.

Bremond, an account of a file rendered magnetical by lightning. Ph. Tr. 41. p. 614.

Waddel, on the effect of lightning in destroying the polarity of the mariners compass, with some remarks by Knight. Ph. Tr. 1749. p. 111.

## Chemische Wirkungen der atmosphär. Elektricität.

Barry, on the chemical action of atmospheric electricity. Ph. Tr. 1831. p. 195. Pogg. Ann. 27. p. 478.

Bonijol, biblioth. univ. Oct. 1831. p. 213.

## Blitzröhren.

Hermann, Maslographia. Brieg. 1711.

Fiedler, über Blitzröhren und ihre Entstehung. Gilb. Ann. 55. p. 121., 61. p. 235., 68. p. 209., 71. p. 301., 74. p. 213.

Hagen, Bericht von der Bildung einer Blitzröhre durch den Blitz zu Rauschen in Ostpreussen. Gilb. Ann. 74. p. 325.

Irton, Ausgrabung von Blitzröhren zu Drigg in Irland. ib. 74. p. 218.

Pfaff, beobachtete Entstehung einer Blitzröhre durch den Blitz. ib. 72. p. 111.

Savart, Hachette et Beudant. Pogg. Ann. 13. p. 117. (künstliche Nachbildung derselben.)

Ribbentrop, über die Blitzröhren oder Fulguriten und besonders über das Vorkommen derselben am Regensteine bei Blankenburg. Braunschweig 1830. 8. 46. S.

Blitzröhren in der Sahara gefunden. Poggendorff Annal. 10. p. 483.

## Blitzableitung.

Franklin, sur le tonnere et sur la méthode que l'on employe communément aujourdhui en Amérique, pour garantir les hommes et les batimens de ses effects desastreux. Oeuvres 1. p. 250. 1767.

Lind, maison d'épreuve du petit tonnerre. ib. 1. p. 302.

Watson, some suggestions concerning the preventing the mischiefs which happen to ships and their masts by lightning. Ph. Tr. 52. p. 629.; 54. p. 201.

Wilson, considerations to prevent lightning from doing mischief to great works, high buildings and large magazines. Ph. Tr. 54. p. 247. 1773. p. 49. 1779. p. 160.

Nairne, experiments in electricity, being an attemp to shew the advantage of elevated conductors. Ph. Tr. 1778. p. 823.

Lord Mahon, principes de l'électricité. 19 partie p. 180.

Mémoires sur les verges ou barres métalliques destinées à garantir les édifices des effets de la foudre. Mém. de Par. 1770. p. 63.

Winkler, programma de avertendi fulminis artificio. Leipzig 1753. 4.



Toderini, filosofia Frankliana delle punte preservatrici (
mine. Modena 1770, 6. 65 S.

Toaldo, dei conduttori per preservare gli edifizi da fulmi
nez. 1778. 4. 104 S.

Reimarus, vom Blitze. Hamburg 1778. 8. 678 S.

Reimarus, Ausführliche Vorschriften zur Blitzableitung.
burg 1794. 8. 386 S.

Landriani, dell' utilita die conduttori elettrici. Milano 1
übers. Wien 1785. 8.

Guden, von der Sicherung wider die Donnerstrahlen. Wi

Hemmer, Anleitung Wetterableiter an allen Gattungen v
bäuden auf die sicherste Art anzulegen. Offenbach 17

Boeckmann, über die Blitzableiter. Karlsruhe 1791. 8.

Lutz, Unterricht vom Blitze und Wetterableitern. 1783.

Lutz, Lehrbuch der theoretischen und praktischen Blitzabl
lehre bearb. v. Gütle. 1804. 8. 2 vol.

Gross, Grundsätze der Blitzableitungskunst. Leipzig 179

Achard, Kurze Anleitung ländliche Gebäude vor Gewitte
sicher zu stellen. Berlin 1798.

Gütle, neue Erfahrungen über die beste Art Blitzableite
legen. Nürnb. 1812.

v. Hauch, von der Luftelektricität besonders mit Anw
auf Gewitterableiter. Kopenhagen 1800.

Gily und Eytelwein, kurze Anleitung auf welche Art
leiter an den Gebäuden anzulegen sind. Berlin 1802.

Bodde, Grundzüge zu der Theorie der Blitzableiter. I
1804. 8.

v. Unterberger, nützliche Anmerkungen von den Wi
der Elektricität und Gewittermaterie. Wien 1811. 8.

v. Imhof, theoretisch praktische Anweisung zur Anlegung
mässiger Blitzableiter. Münch. 1816. 8.

A report of the Committee (Cavendish, Watson, Fra
appointed to consider of a method for securing the p
magazine at Purfleet street from lightning. Ph. Tr. 1773

Gay-Lussac, Instruction sur les paratonners. Ann. de
de Ph. 26. p. 258. Pogg. Ann. 1. p. 403.

Murray, treatise on atmospheric electricity, including o
tions on lightning-rods and paragrêles. London 1828.
duit par Riffault. Paris 1831.

Preibsch, über Blitzableiter, deren Nutzbarkeit und Anlegung. Leipz. 1830. 46. S. 8.

Report of the Committee apppointed by the admirality to examine the plans of lightning conductors. Sturg. Ann. 5. p. 1.

Sturgeon, on marine lightning conductors. ib. 4. p. 164.

Roberts, on lightning conductors particularly as applied to vessels. ib. 1. p. 468. 2. p. 241.

Harris, observations on the effect of lightning on floating bodies, with an account of a new method of applying fixed and continuous conductors of electricity to the masts of ships. London 1823. 8.

Harris, on the utility of fixing lightning conductors in ships. Plymouth 1830. 8.

Harris, on lightning conductors and on certain principles in electric science Sturg. Ann. 4. p. 310. Phil. Mag. 16. p. 116. 404., 17. p. 370. 452., 18. p. 51.

Sturgeon, an analysis of Mr. Harris investigation of Sturgeons 4 memoir. Ann. of El. 4. p. 414.

Harris, on the course of electrical discharge and on the effects of lightning on certain ships. ib. 5. p. 41. 4. p. 484.

Sturgeon, letter to Snow Harris on marine lightning conductors. ib. 4. p. 322. 496., 5. p. 53. 220.

Arago, sur le tonnerre. 410 S.

---

Tetens, über die beste Sicherung seiner Person bei einem Gewitter. Bützow 1774. 8.

Lichtenberg, Verhaltungsregeln bei nahen Donnerwettern. 1778. 8.

Gütle, allgemeine Sicherheitsregeln für Jedermann bei Gewittern. Merseburg 1805.

Hemmer, der Rathgeber, wie man sich vor Gewittern in unbewaffneten Gebäuden verwahren soll. Mannheim 1809. 8.

### Analogie elektrischer und magnetischer Erscheinungen vor Entdeckung des Elektromagnetismus.

van Swinden, recueil de mémoires sur l'analogie de l'électricité et du magnétisme. Haag 1784. 3 vol. 8. (van Swinden,



Steiglehner, Häbner.) Neue Abhandl. der Bairis
demie II. p. 1. 227. 351.

Aepinus, sermo academicus de similitudine electricitatis e
tismi. Petrop. 1760.

Aepinus, similitudinis offectuum vis magneticae et elect
vum specimen. Nov. Com. Acad. Petr. 10. p. 296.

Cigna, dissertatio de analogia electricitatis et magnetism
Soc. Taur. 1. p. 43.

Beraut, dissertation sur le rapport, qui se trouve entre
des effets de l'aimant et celle des phénomènes de l'él
Prix de l'Acad. de Bourd. T. 2.

Wilcke, Abhandlung von Erregung der magnetischen Kra
die Elektricität. Schwed. Abh. 1766. p. 306.

Ritter, System der elektrischen Körper. p. 379.

Erman, Beiträge über elektrisch-geographische Polarität,
nente elektrische Ladung und magnetisch chemische
gen. Gilb. Ann. 26. p. 1. 121.

Yelin, über Elektricität und Magnetismus als identische
München 1818.

# Magnetismus.

---

## Allgemeine Werke.

Falconer, dissertation historique et critique sur ce que les anciens ont cru de l'aimant. Mém. de l'Acad. des Inscript. 4. p. 613.

Peregrinus, de magnete, seu rota perpetui motus. Augsb. 1558. 4.

Gilbert, tractatus sive physiologia nova de magnete magneticisque corporibus et magno magnete tellure sex libris comprehensus. London 1600.

Ridley, a short treatise of magnetical bodies and motions. London 1613. 4.

Lieutaud, magnetologia. Lugd 1668. 4.

Cabaeus, philosophia magnetica f. Ferrara 1629.

Kircher, magnes sive de arte magnetica opus tripartitum. Coeln. 1643. 2 ed. 4.

Scarella, de magnete. 2 vol. 4. Brescia 1759.

Esperienze intorno alla calamita. Saggi di Acad. del Cimento 1667. p. 207. ed Muschenbroek 2. p. 74.

Lanzoni, de magnetis virtute non interrupta ab alii succo. Misc. Acad. Nat. Curios. 1694. p. 60.*

du Fay, mémoires sur l'aimant. Mém. de Paris 1728. p. 355. 1730. p. 142., 1831. p. 417.

du Fay, Anmerkungen über verschiedene mit dem Magnet angestellte Versuche. üb. Erfurt 1748. 8.

Pièces qui ont remporté la prix de l'Acad. de Paris en 1743 et 1746 sur la meilleure construction des boussoles et sur l'attraction de l'aimant avec le fer. Paris. 1748. 4. (Euler, Daniel und Johann Bernoulli, Dutour.)

Gautier, mémoire sur l'aimant. Mém. de la Soc. de
2. p. 1.
Schwighard, ars magnetica.
Penrose, an essay on magnetism. London 1753. 8.
Eberhard, Versuch einer magnetischen Theorie. Leipz. 1
Cooper, experimental magnetism. 1761. 8.
Muschenbroek, dissertatio physica experimentalis de m
270 S. 4. in: Dissertationes. Wien 1756.
Rinman, Geschichte des Eisens. übers. v. Georgi.
Franklin, queries and conjectures relating to magnetism
theory of the eath. Trans. of the Americ. Soc. 3. p.
Kirwan, thoughts on magnetism. Irish. Transact. 6.
Gilb. Ann. 6. p. 391.
Brugmann, tentamina philosophica de materia magnetica
actione in ferrum et magnetem. Franeker 1765. 4. ü
Eschenbach. Leipzig 1784. 8. 307 S.
Brugmann, magnetismus seu de affinitatibus magneticis o
tiones. Leyden 1778. 4. übers. v. Eschenbach 1781. 8.
Adams, an essay on magnetism. London 1753. 4. übers
zig 1785.
Lacam, thougts on magnetism. 8.
Prevost, de l'origine des forces magnétiques. Genf 1788.
Halle 1794. 8.
Hauy, exposition de la théorie de l'électricité et du magn
d'après les principes de Mr. Aepinus. übers. v. Murhard
tenburg 1801.
Roucher-Deratte, traité sur l'électricité le galvanism
magnétisme etc. 1803. 8.
v. Löwenörn, über den Magnet ein Beitrag zur Erklärun
Magnetnadel. Kopenhagen 1802.
Cavallo, treatise on magnetism in theory and practice witl
ginal experiments. London 1787. 8. übers. Leipz. 178
Robison, Mechanical Philosophy.
Barlow, an essay on magnetic attractions. London 1823.
Becker, der mineralische Magnetismus und seine Anwendu
der Heilkunst. Mühlhausen 1729. 8. 202 S.
Peytavin, essai sur la constitution physique des fluides élas
et magnétiques. Paris 1830. 8.
Barlow, Magnetism. Art. d. Encyclop. Metropol.

Roget, Magnetism. Library of the Soc. for the diff. of usef. Knowl. 8. 96 S.

Brewster, a treatise on magnetism. Edinb. 1837. 8. 365 S.

Becquerel, Traité de l'électricité et du magnetisme. Paris 7 vol. seit 1834.

## Theorien.

Descartes, Principia philosophiae. 4. §. 133. (schraubenförmige Ströme vom Nordpol zum Südpol.)

Dalancé, Traité de l'aimant. Liège 1691. 4. und Acta Erudit. 1687. Aug. p. 424. (Canäle mit Klappen.)

du Fay, observations sur quelques expériences sur l'aimant. Mém. de Paris 1728. p. 355.

du Tour, discours sur l'aimant. Pièces de Prix de l'Acad. de Par. 5. 11. p. 49.

du Tour, observation sur le tourbillon magnétique. Mém. prés. 3. p. 233.

Daniel et Johann Bernoulli, nouveaux principes de mecanique et de physique tendant à expliquer la nature et les propriétés de l'aimant. Pièces de prix de l'Acad. de Par. 5. 12. p. 115.

Euler, dissertatio de magnete. ib. 5. 11. und Opusc. 3. 1744.

Wilcke, Tal om magneten. Stockholm 1764. 8. u. Schwed. Abh. 1766. p. 326. (zwei magnetische Materie.)

Aepinus, tentamen theoriae electricitatis et magnetismi. 1759. 4. 390 S. (eine einzige magnetische Materie.)

van Swinden, tentamina theoriae mathematicae de phaenomenis magneticis. Franek. 4.

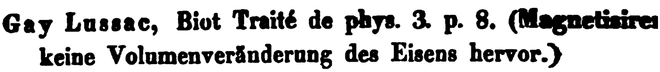
Kratzenstein, Lichtenb. Magaz. 1. 4. p. 132. (schwingende Bewegung der megnetischen Materie.)

Gabler, theoria magnetis. Ingolst. 1781. 8. (Magnetisiren ist Anordnen polarisirter Theilchen.)

Rittenhouse, account of some experiments on magnetism. Americ. Transact. 2. p. 178.

Coulomb, Mémoires 1. 2, 7. sur l'électricité et le magnétisme. 1785. p. 569. 578., 1789. p. 455.

Coulomb, mémoire sur le magnétisme. de la Metherie observ. sur la physique 43. p. 249. Gren. neues Journ. d. Ph. 2. p. 298.


Gay Lussac, Biot Traité de phys. 3. p. 8. (Magnetisire keine Volumenveränderung des Eisens hervor.)

Poisson, mémoire sur la théorie du magnétisme. Mém. d 1821. 22. p. 247. 448. (Théorie des fluides non t tables.)

Poisson, extrait d'un mémoire sur la théorie du mag Ann. de Ch. et de Ph. 25. p. 113.

Ampère, mémoire sur la théorie mathématique des phé électrodynamiques. Mém. de Par. 1823. p. 175.

---

Eschenmayer, Versuch die Gesetze magnetischer Ersche aus Sätzen der Naturmetaphysik mithin a priori zu ent Tübing. 1798. 8.

Weinhold, physikalische Versuche über den Magnetis scheinbaren Gegensatz des elektrochemischen Proces Natur. Meissen 1819. 8.

---

Abnahme der magnetischen Kraft mit der Entfe

Hawksbee, an account of experiments concerning the tion of the power of the loadstone at different distanc Tr. 1712. p. 506.

Taylor, account of an experiment in order to discover t of the magnetical attraction. Ph. Tr. 1715. p. 294.

Muschenbroek, dissertatio de magnete u. Phil. Trans. p. 370.

Kraft, de viribus attractionis magneticae experimenta. Acad. Petrop. 12. p. 276.

Tob. Mayer, Gött. gel. Anzeig. 1760.

Lambert, analyse de quelques expériences faites sur l'a Mém. de Berlin 1766. p. 22.

Lüdecke, de attractionis magnetum naturalium quantitate. 1779.

della Bella, Memoria 1. 2. sobre a forza magnetica. Me Lisboa 1. p. 85. 116.

Coulomb, mémoire ou l'on détermine suivant quelles l

fluide magnétique ainsi que le fluide électrique agissent soit par repulsion, soit par attraction. Mém. de Paris 1785. p. 569. 578.

Bidone, magnetische Boussole. Gilb. Ann. 64. p. 374. Mém. de Turin 1811.

Hansteen, Untersuchungen über den Magnetismus der Erde. p. 119.

Harris, experimental inquiries concerning the laws of magnetic forces. Edinb. Trans. v. XI. Edinb. Journ. of Sc. new Ser. 3. p. 35.

Gauss, intensitas vis magneticae terrestris ad mensuram absolutam revocata. Gott. 1833.

Gauss, allgemeine Lehrsätze in Beziehung auf die im verkehrten Verhältniss des Quadrates der Entfernung wirkenden Anziehungs- und Abstossungskräfte. Res. des magn. Vereins 1839. p. 50. (Anstatt einer beliebig gegebenen Vertheilung der magnetischen Flüssigkeiten innerhalb eines von einer geschlossenen Fläche begrenzten Raumes lässt sich eine Vertheilung derselben auf der Fläche selbst substituiren, deren Wirkung für alle Punkte des äussern Raumes dieselbe ist als die Wirkung jener.)

## Besondere Fälle.

Blondeau, mémoire sur l'effet des aiguilles aimantées placées l'une au dessus de l'autre. Mém. de Brest. 1. p. 385.

Blondeau, mémoire sur l'effet de deux aiguilles aimantées, l'une sur l'autre, lorsque librement suspendues elles se trouvent dans leur sphère d'activité reciproque, a peu près dans le même plan horizontal. ib. 1. p. 401.

Gauss, Vorschriften zur Berechnung der magnetischen Wirkung, welche ein Magnetstab in die Ferne ausübt. Result. d. magn. Ver. 1840. p. 26.

Lloyd, on the mutual action of permanent magnets considered chiefly in reference to their best relative position in an observatory. Irish. Trans. 19. p. I. II.

Gauss, über ein Mittel, die Beobachtung von Ablenkungen zu erleichtern. Res. de magn. Ver. 1839. p. 52.

## Magnetische Figuren.

du Tour, sur les différences qu'apportent les secousses données à



Roget, on the geometric properties of the magn an account of an instrument for its mechan Roy. Inst. 1831. p. 311.

Horner. Art. Magnetismus des neuen Gehl. Wör

Haldat, recherches sur la force coercitive des figures magnétiques. Ann. de Ch. et de Ph. 4

Haldat, recherches sur les forces attractives e aimants. Mém. de l'Acad. de Nancy 1839.

### Wirkung des Magnets durch andere S hindurch.

Muschenbroek, dissertatio de magnete. p. 64.

Harris, on the influence of screens in aresting magnetic action. Ph. Tr. 1831. p. 497.

Haldat, recherches sur l'incoercibilité du fluide ma de l'Acad. de Nancy 1830.

Scoresby, Jameson Edinb. new phil. Journ. 1832. (Bestimmung der Mauerndicke durch die A Magnetnadel.)

### Wirkung eiserner Hüllen.

Scaramella, neue Gehler C. p. 196.

Jennings, insulating compass. Encycl. Metrop. 1

Dove, Untersuchungen über Inductionselektricität

Hermelin, über das Verhalten des Magnets in Gruben. Schwed. Abh. 1767. p. 329.

Leonhard, Handbuch der Oryktognosie. 1825. p. 83.

Natürliche Magnete grosser Kraft. Pogg. Ann. 24. p. 639.

Analysen von Berzelius. Pogg. Ann. 23. p. 346., von Kobell 23. p. 347.

## Magnetismus der Lage.

I. C., a paper about magnetism, concerning the changing and fixing the polarity of a piece of iron. Ph. Tr. 1694. p. 257. (bei glühendem Eisen stärker als bei kaltem.)

Grimaldi, traité de la lumière.

Savery, magnetical observations and experiments. Ph. Tr. 1730. p. 295.

Leuwenhoek, observations on the magnetic quality acquired by iron upon standing a long time in the same posture. Ph. Tr. 33. p. 72.

Marcel, an abstract of a letter concerning a way to communicate the magnetical virtue to iron and steel without the help of any loadstone whatsoever. Ph. Tr. 1732. p. 294.

la Hire, nouvelles remarques sur l'aiman et sur les aiguilles aimantées. Mém. de Par. 1705. p. 97.

du Fay, Suite des observations sur l'aimant. Mém. de Paris 1730. p. 142.

epinus, dissertatio de experimento quodam magnetico a du Fay descripto, Nov. Com. Acad. Petr. 9. p. 326. 340.

anton, a method of making artificial magnets without the use of natural ones. Ph. Tr. 1751. p. 31.

Brullard, dissertation sur une nouvelle manière de faire les aimants artificielles d'une très grande force, sans le secour de l'aimant naturel. Mém. de Dijon 1. p. 66.

ichmann, de virtute magnetica absque magnete communicata experimenta. Nov. Com. Acad. Petr. 4. p. 235.

Benitz, Worauf beruht das Magnetischwerden des Eisens bei mechanischer Behandlung und bei dem Ablöschen desselben. Gilb. Ann. 67. p. 319.

allermont, description de l'aimant, qui s'est trouvé dans le clocher neuf de Notre Dame de Chartres et expériences à faire sur la formation de l'aimant. Mém. de Paris 10. p. 731.

**Heller**, entdeckte Veränderungen des von der Erde
durch Vertheilung hervorgerufenen Magnetismus in i
sammenhange mit den Ständen der Sonne und de
Bericht der Münch. Akad. 1809. 4. p. 59.

**Erman**, Bemerkungen über das Verhältniss des unma
Eisens zur tellurischen Polarität. Abh. der Berl. A
p. 134.

**Lecount**, description of the changeable magnetic prop
sessed by all iron bodies. London 1820.

**Scoresby**, description of a magnetimeter being a new i
for measuring magnetic attractions and finding the
needle. Edinb. Ph. Journ. 1821. 4. p. 360. Gilb.
p. 260.

**Scoresby**, experiments and observations on the develo
magnetical properties in steel and iron by percussion
1820. p. 241.

**Baden Powell**, an account of some experiments on
munication of magnetism to iron in different positio
of Phil. 1822. 3. p. 92. Gilb. Ann. 73. p. 245.

**Barlow**, on magnetic attractions. 2 edit.

### Secundäre Wirkungen.

**Barlow**, Versuche und Sätze über den Magnetismus de
Gilb. Ann. 73. p. 1. Edinb. Phil. Jorn. 1. p. 344. (
sive und hohle Kugel von gleicher Wirkung.)

**Barlow**, on the secondary deflection produced in a m
needle by an iron shell, in concequence of an unequ
bution of its magnetism. Ph. Tr. 1827. p. 276.

**Schmidt**, prüfende Untersuchungen über die von Hr.
aufgefundenen Gesetze, nach welchen weiches Eisen
Magnetnadel wirkt. Gilb. Ann. 74. p. 225.

**Christie**, on the laws of the deviation ot magnetized
towards iron. Ph. Tr. 1828. p. 325.

**Poisson**, théorie du magnétisme. Mém. de Par. 1821. 2

### Induction durch Magnetismus der Lage.

**Faraday**, Experimental Researches. Sec. Series.

**Weber**, Magnetismus des Eisens durch die Erde. Res. d
Ver. 1841. p. 85.

**Lloyd**, account of the magnetical observatory of Dublin and of the instruments and methods of observation employed there. Dublin 1842. 54 S. 4.

**Santi Linari et Palmieri**, sur les courants d'induction provenant de l'action de la terre. Compt. rend. 16. p. 1442. Pogg. Ann. 59. p. 641.

### Erregung im Stahl.

**Réaumur**, expériences qui montrent avec quelle facilité le fer et l'acier s'aimantent, même sans toucher l'aimant. Mém. de Paris 1723. p. 81.

**van der Steege**, Bericht van de proefnemingen met den door kunst gemackten magneet. Verhand. van het Batav. Gen. 1. p. 110.

Remarques sur les aimans artificiels de Basle. Act. Helv. 2. p. 264.

**le Noble**, Aimans artificiels d'une très grande force. Mém. de Par. 1772. p. 17.

**Fuss**, observations et expériences sur les aimants artificiels, principalement sur la meilleure manière de les faire. Act. Acad. Petr. 1778. p. 35.

**Rivière**, traité sur les aimànts artificiels. Paris 1752. 12.

**Lalande**, observations sur les nouvelles méthodes d'aimanter. Mém. de Paris 1761. p. 211.

**Nebel**, dissertatio de magnete artificiali. Ultraj. 1756. 4.

**Savery**, magnetical observations and experiments. Ph. Tr. 1730. p. 410.

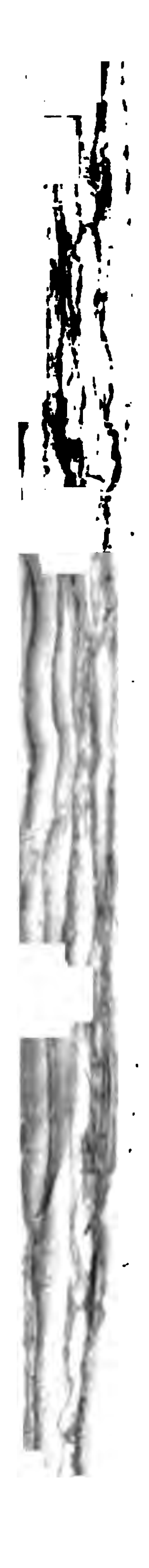
**Michell**, Treatise on artificial magnets. London 1750. 8. (Doppelstrich von der Mitte aus.)

**Klingenstierna et Brander**. de magnetismo artificiali. Stockholm 1752.

**Antheaulme**, dissertation sur les questions, quels sont les prerogatives des aimans artificiels par rapport aux naturels, quel est la meilleure méthode de les faire. Petersburg 1760. 4.

**Forthergill**, account of the magnetical machine contrived by the late Godwin Knigth. Ph. Tr. 1776. p. 591. (Einfacher Strich mit zwei dem Stabe parallelen Magneten von der Mitte aus.)

**du Hamel**, façon singulière d'aimanter un barreau d'acier au



moyen duquel on lui a communiqué une force m quelque fois triple de celle, qu'il aurait si on l'eut à l'ordinaire. Mém. de Paris 1745. p. 181. (Die str Magnete geneigt, einfacher Strich von der Mitte aus 2 Stäbe die durch Anker weichen Eisens verbunden

Coulomb, resultat des différentes méthodes employées po aux lames et aux barreaux d'acier le plus grand ma Mém. de l'Inst. 6. p. 399. (Magnetische Batterie vo vereint durch Ansatzstücke von weichem Eisen.)

Biot, précis élémentaire de physique. 2. p. 57. (Fuss chem Eisen.)

Kater, on the best kind of steel and form for compas Ph. Tr. 1821. p. 104. (Vergleichung der verschied thoden.)

Aepinus, tentamen theoriae magnetismi. Petersb. 175 mels Methode mit an die Stäbe quer angesetzten Ma

Aepinus, descriptio artificii vires magnetum naturalium augendi. Act. Acad. Mog. t. 2. p. 255.

Quetelet, recherches sur les degrés successifs de forc tique qu'une aiguille d'acier reçoit pendant les frictio ples qui servent à l'aimanter. Ann. de Ch. et de p. 248.

Barlow, an essay on magnetic attractions. London 1823 strich auf ein Rechteck von Stahlstäben angewendet.)

Sturgeon, on the distribution and retention of magne rity in metallic bodies. Ph. Mag. 11. p. 270. 324. L Ph. Mag. 1. p. 31.

Aimé, note sur un nouveau procédé d'aimanter (glühend stab abgekühlt zwischen den Polen eines Elektromag

Tremery, observations sur les aimants elliptiques. Soc. Ann. 5. p. 44.

### Streichen der Hufeisen.

Aepinus, tentamen theoriae magnetismi. (Kreisstrich).

Fischer, praktische Anleitung zur vortheilhaften Ver künstlicher Magnete. Heilbronn 1833.

Hoffer, über das Magnetisiren hufeisenförmiger und gerad stangen. Baumg. Journ. 2. p. 197. 360. u. 3. p. 198.

Mohr, über ein Verfahren kraftvolle Hufeisenmagnete durch Streichen zu bereiten. Pogg. Ann. 36. p. 542.

Böttger, passendste Form des Ankers eines Hufeisenmagnet. Beiträge zur Physik und Chemie p. 10.

### Tragkraft der Hufeisenmagnete.

Cramer, Versuche über die anziehende und abstossende Kraft in verschiedenen Entfernungen und über ihr Verhältniss zur unmittelbaren Tragkraft der Magnete. Pogg. Ann. 52. p. 298.

Haecker, Versuche über das Tragvermögen hufeisenförmiger Magnete und über die Schwingungsdauer geradliniger Magnetstäbe. Pogg. Ann. 57. p. 321.

Baumgärtner, über den Einfluss der Gleichförmigkeit der Masse auf ihre Empfänglichkeit für Magnetismus. Baumg. Journ. 3. p. 66.

### Transversalmagnete.

Prechtl, über die wahre Beschaffenheit des magnetischen Zustandes des Schliessungsdrathes in der Voltaschen Säule. Gilb. Ann. 67. p. 265.

Schmidt, Erscheinungen, welche die Prechtlschen Transversalmagnete zeigen und Entwickelung ihrer Gesetze. Gilb. Ann. 71. p. 399.

### Magnete aus Eisenfeilicht.

Chevalier, observation sur la rouille des fer convertie en aimant. Mém. de Paris 1731. p. 20.

Wilson, account of Dr. Godwin Knight's method of making artificial loadstones. Ph. Tr. 1779. p. 51.

Seebeck, über die magnetische Polarisation verschiedener Metalle, Alliagen und Oxyde zwischen den Polen starker Magnete. Abh. der Berl. Akad. 1827. p. 147.

Haldat, recherches sur la force cöercitive et la polarité des aimants sans cohésion. Ann. de Ch. et Ph. 65.

### Vertheilung des Magnetismus in einem geradlinigen Magnete.

Coulomb, Mémoire sur l'électricité et le magnétisme. Mém. de Paris 1789. p. 468.

Biot, Traité de physique exp. et math. III. p. 70. (Gleich Intensitätscurve.)

Kupfer, recherches sur la distribution du magnétisme lil les barreaux aimantés. Ann. de Ch. et de Ph. 36. p.

Steinhäuser, de magnetismo telluris. 1. p. 24.

Becquerel, sur des fils très fins de platine et d'acier ( distribution du magnétisme libre dans ces derniers. Ch. et de Ph. 22. p. 113.

Veränderung dieser Vertheilung.

Brugmans, philosophische Versuche üb. die magn. Ma (Punkte der Indifferenz während des Streichens.)

van Swinden, Tentamina theor. math. de phaen. magn. (Culminirende Punkte.)

Christie, on the laws of the deviation of magnetizec towards iron. Ph. Tr. 1828. p. 325.

Erman, Erzeugung von Elektromagnetismus durch bloss cation der Vertheilung der Polarität in einem unl Magnet. Abh. d. Berl. Akad. 1832. p. 17.

Magnus, über die Wirkung des Ankers auf Elektromag Stahlmagnete. Pogg. Ann. 38. p. 417.

Besondere Magnetisirungserscheinungen.

van Swinden, de paradoxo phaenomeno magnetico, n fortius ferrum purum quam alium magnetem attrahere Abh. der Bair. Akad. Phil. 1. p. 351.

van Swinden, recueil de mémoires sur l'analogie de l'é et du magnétisme. Haag 1784. 3 vol. 8. (Anziehung artiger Pole.)

Quetelet, correspondence mathematique (ein schnell ro Magnet wirkt wie eine Scheibe von weichem Eisen.)

Poggendorff, über einige Magnetisirungserscheinungen. Ann. 45. p. 353.

Haldat, notice sur la vitesse avec laquelle s'exerce l'i magnétique. Mém. de l'Acad. de Nancy 1838.

Poggendorff, experimenteller Beweis, dass ein elektro scher Schraubendrath noch kein Magnet ist. Pogg. A p. 386.

Weber, Beweglichkeit des Magnetismus im weichen Eisen. Res. d. magn. Vereins 1838. p. 118.

### Einfluss der Wärme.

Canton, an attempt to account for the regular diurnal variation of the horizontal magnetic needle. Phil. Tr. 1759. p. 398.

Saussure, voyayes dans les Alpes. 1. p. 378.

Hansteen, Pogg. Ann. 3. p. 236., 9. p. 161., 17. p. 404. 432.

Christie, on the effects of temperature on the intensity of magnetic forces. Ph. Tr. 1825. p. 1.

Erman, über die magnetischen Verhältnisse der Gegend von Berlin. Abh. d. Berl. Akad. 1828 p. 149. (Magneteisenstein verliert weniger als gestrichne Stahlstäbe.)

Kupfer, recherches relatives à l'influence de la temperature sur les forces magnétiques. Ann. de Ch. et de Ph. 30. p. 113.

Kupfer, recueil d'observations magnétiques faites à St. Petersbourg. Petersburg 1837. 4. p. 619.

Kupfer, note relative à l'influence de la température sur la force magnétique des barreaux. Bulletin de l'Acad. de St. Pétersb. 1843. 1. No. 11. (Boulat constant.)

Moser u. Riess, über den Einfluss der Wärme auf den Magnetismus. Pogg. Ann. 17 p. 403.

Weber, über den Einfluss der Temperatur auf den Stabmagnetismus. Result. des magn. Ver. 1837. p. 38.

Weber, Vorschlag die Variationen des Stabmagnetismus beim Bifilarmagnetometer unabhängig von der Kenntniss der Temperatur zu bestimmen. ib. 1840. p. 35.

### Einfluss hoher Temperaturen.

Gilbert. de magnete III. p. 69. 124. ed. 1733.

J. C., a paper about magnetism. Pr. Tr. 1694. p. 257.

Scoresby, Edinb. Trans. 9. p. 254.

Barlow, on the anomalous magnetic action of hot iron between the white and blood red heat. Ph. Tr. 1822. p. 117. Gilb. Ann. 73. p. 229.

Seebeck, über eine von den Herrn Barlow und Bonycastle wahrgenommene anomale Anziehung der Magnetnadel durch glühendes Eisen. Abh. der Berl. Akad. 1827. p. 129.

Ritchie, experiments and observations on conduction. 1828. p. 373.
Coulomb, in Biot Traité de physique. 3. p. 106.

### Magnetismus verschiedener Eisensorten.

Barlow, Ph. Tr. 1822. p. 117. Gilb. Ann. 73. p. 229.
Dove, über das Verhältniss des grauen und weissen G zu Schmiedeeisen, hartem und weichem Stahl in E auf die durch dieselben hervorgebrachten Inductionser gen. Bericht der Berl. Akad. 1839. p. 72.

### Magnetismus des Nickel und Kobalt.

Bergmann, de Nicolo §. 4. Opuscula chemica. 2. p. p. 102.
Klapproth, Beiträge zur chemischen Kenntniss der Mi per. 2. p. 142.
Ritter, über den Magnetismus des Eisens, Nickels, Ko Chromiums. Gehlen neues Journ. 5. p. 393.
Seebeck, über eine Magnetnadel aus Kobalt und Ma des Kobalts und Nickels. Gehlen Journ. 7. p. 208.
Chenevix, über den vorgeblichen Magnetismus des Gilb. Ann. 11. p. 370. Nichols. Journ. 5. p. 287.
Laudriani, über die magnetische Eigenschaft des Kobal Mayer Saml. ph. Aufs. d. Böm. Ges. 3. p. 388.
Döbereiner, Gilb. Ann. 67. p. 223.
Gay Lussac, in Poisson mémoire sur le magnétisme.
Wollaston, on the apparent magnetism of metallic Ph. Tr. 1803. p. 400.
Dove, Untersuchungen im Gebiete der Inductionsele p. 22. 46.
Muschenbroek, experiments made on the Indian magne Ph. Tr. 1734. p. 297.
Butterfield, on magnetical sand. ib. 1698. p. 336.
Mayer, über die magnetische Kraft des krystallisirte sumpferzes. Böhm. Gesellsch. d. Wiss. 1788. p. 238.
Hauy, Verzeichniss der Mineralien, welche nach mag Einwirkung Eisengehalt zeigen. Gilb. Ann. 63. p. 11
Magnetkiess. Gilb. Ann. 25. p. 69. 82., 27. p. 58., 44. p

## Magnetismus andrer Metalle.

**Brugmans**, de affinitatibus magneticis obs. acad. 1778. 4.

**Quintine**, dissertation sur le magnétisme des corps. Prix de l'Acad. de Bourdeaux T. 3.

**Lehmann**, de cupro et orichalco magnetico. Nov. Com. Acad. Petr. 12. p. 368.

**Arderon**, on the giving magnetism and polarity to brass. Ph. Tr. 1758. p. 774.

**Cavallo**, magnetical experiments and observations, to shew the properties of some metallic substances principally brass with respect to magnetism. Ph. Tr. 1786. p. 62., 1787. p. 6. Treatise on magnetism 1787. p. 283.

**Ritter**, einige Bemerkungen über die Cohäsion und über den Zusammenhang derselben mit dem Magnetismus. Gilb. Ann. 4. p. 15.

**Coulomb**, expériences qui prouvent que tous les corps obéissent à l'action magnétique, et que l'on peut mésurer l'influence de cette action sur les différentes espèces de corps. Journ. de phys. 54. p. 240. 367. 454. Gilb. Ann. 11. p. 367., 12. p. 194.

**Coulomb** u. **Biot**, über die Wirkung des Magnets auf alle Körper. Gilb. Ann. 64. p. 395.

**Becquerel**, sur les actions magnétiques exercées dans tous les corps par l'influence d'aimants très-énergiques. Ann. de Ch. et de Ph. 36. p. 337.

**Lebaillif**, bulletin universel. 8. p. 87.

**Saigey**, bull. univ. 9. p. 95.

**Murray**, om platinas magnetismus. Schwed. Abh. 1775. p. 350.

**Goebel**, magnetisches Platinerz. Schweigger Journ. 60. p. 415.

**Muncke**, neue magnetische Beobachtung am Messing. Pogg. Ann. 6. p. 361.

**Seebeck**, über die magnetische Polarisation verschiedener Metalle, Alliagen und Oxyde zwischen den Polen starker Magnetstäbe. Abh. d. Berl. Akad. 1827. p. 147.

**Faraday**, on the general magnetic relations and characters of the metals. Lond. and Ed. Ph. Mag. 14. p. 161. Pogg. Ann. 47. p. 218.

**Pouillet**, Elémens de physique. 3. ed. 1. p. 381.

Haldat, recherches sur la généralité de magnétisme, ou complément des expériences de Coulomb sur le même sujet. Mém. de l'Acad. de Nancy 1841.

Dove, über den Magnetismus der sogenannten unmagnetischen Metalle. Pogg. Ann. 54. p. 325.

### Polarität von Gebirgsmassen.

v. Arnim, Uebersicht der magnetischen nicht metallischen Stoffe. Gilb. Ann. 5. p. 384.

v. Humboldt, über den polarisirenden Serpentinstein. Crells Chemische Annalen 1797. p. 100.

Hardt, über den polarisirenden Serpentin vom Haideberg bei Zelle im Baireuth'schen. Gilb. Ann. 44. p. 89.

v. Schlottheim, Schreiben über die Eigenschaft verschiedner Steinarten auf den Magnet zu wirken. Crell. Ch. An. 1797. p. 105.

Wächter, neue Beobachtungen über magnetische Granitfelsen auf dem Harz. Gilb. Ann. 5. p. 376.

Zimmermann, Gilb. Ann. 28. p. 483.

Jordan, Erklärung der magnetischen Erscheinungen am Harzer Granit. Gilb. Ann. 26. p. 256.

Nöggerath, über die magnetische Polarität zweier Basaltfelsen in der Nähe von Nürburg in der Eifel. Schweig. Journ. 52. p. 221.

Gillet, description d'un feldspath rougeatre du Hartz, ayant les propriétés de l'aimant. Soc. Phil. an 6. p. 51.

## Magnetische Apparate.

### Compass, Bussole.

Klapproth, lettre à Mr. de Humboldt sur l'invention de la boussole.

Davies, on the history of the invention of the mariners compass. Thomson british annual 1837. p. 246.

Friberg, dissertatio de pyxide nautica 1743. 4.

Hansteen, Magnetismus der Erde. Einl. p. 3.

Grimaldi, dissertazione sopra al primo inventore della bussola. Diss. del Acad. di Cortona 3. p. 195.

Trombelli, de acus nauticae inventore. Com. Bonon. 2. 3. p. 333.

Collina, de acus nauticae inventore. ib. 2. 3. p. 372.

Lous, tentamen experimentorum ad compassum perficiendum et unicuique usui tam nautico quam terrestri accommendando. Hafniae 1734. 4.

Knight, description of a mariners compass, contrived by him. Ph. Tr. 1750. p. 505.

Smeaton, account of some improvements of the mariners compass, in order to render the card and needle, proposed by Dr. Godwin Knight. Ph. Tr. 1750. p. 513.

Bouguer, traité de navigation 1753.

du Hamel, différens moyens pour perfectioner la boussole. Mém. de Paris 1750 p. 154.

Zeiher, acus nauticae novae descriptio. Nov. Com. Acad. Petr. 8. p. 284.

Report on M'Cullagh sea compass. London 1778.

Romans, on an improved sea compass. Amer. Trans. 2. p. 396.

Gilbert, M'Culloch, Preston and Alexander Steuercompass in Barlow Magnetism. Encycl. Metrop. 1, p. 764.

Kater, on the best kind of steel and form for compass needles. Ph. Tr. 1821. p. 104.

### Azimuthal Compass.

Degault, sur un compas azimuthal à reflection. 8.

Gilbert, patent azimuthal compass. Barlow Magnetism Enc. Metrop. 1. p. 766.

Kater, azimuth compass. Brewster treatise on magn. p. 327.

Jones, Gilb. Ann. 54. p. 197. 312.

Schmalkalder, Patent Boussole. Gilb. Ann. 49. p. 190., 54. p. 197.

Horner, eine kleine Verbesserung der Schmalkalder Boussole. Gilb. Ann. 75. p. 206.

### Beobachtunngsmethoden der Declination auf dem Meere.

Quereneuf, instrument pour trouver en mer la variation de l'aiguille aimantée. Machin. approuv. par l'Ac. de Par. 7. p. 1. Mém. de Paris 1734. p. 105.

Radouay, remarques sur la navigation. 1727.

Godin, méthode d'observer la variation de l'aiguille aimanté en mer. Mém. de Par. 1734. p. 590.

**Bouguer**, de la méthode d'observer en mer la déclinaison de la boussole. Pièc. de Prix 2. mém. 6.

**Condamine**, nouvelle manière d'observer en mer la déclinaison de l'aiguille aimantée. Mém. de Par. 1733. p. 446., 1734 p. 597.

**Middleton**, the use of a new azimuth compass for finding the variation of the compass or magnetic needle at sea. Ph. Tr. 1738. p. 395.

## Aufstellung der Magnetnadel.

**Lana**, Acta Erudit. 1686. p. 560. (Aufhängung an Seidenfäden.)

**Ingenhouss**, on some new methods of suspending magnetical needles. Ph. Tr. 1779. p. 537.

**Coulomb**, recherches sur la meilleure manière de fabriquer les aiguilles aimantées, de les suspendre, de s'assurer qu'elles sont dans le veritable méridien magnétique, enfin de rendre raison de leur variations diurnes régulières. Mém. prés. 9. p. 165.

**van Swinden**, recherches sur les aiguilles aimantées et sur leurs variations singulières. ib. 8. p. 1.

**Kotelnikow**, de commoda acus declinatoriae suspensione. Nov. Com. Acad. Petr. 8. p. 304.

## Declinatorium.

**de la Hire**, de la construction des boussoles dont on se sert pour observer la déclinaison de l'aiguille aimantée. Mém. de Paris 1716. p. 7.

**le Monnier**, construction de la boussole, dont on a commencé à se servir en Aout. 1777. Mém. de Par. 1778. p. 66.

**Stegmann**, Beschreibung eines neuen Boussol-Instruments. Besch. d. Berl. Nat. Freunde. 4. p. 633.

**Aepinus**, descriptio acuum magneticarum noviter inventarum. Act. Acad. Mogunt. 2. p. 255.

**Wilcke**. Beschreibung eines neuen Abweichungs-Compasses, womit die Abweichung der Magnetnadel von Norden ohne Mittagslinie zu finden ist. Schwed. Abh. 1763. p. 154.

**Zeiher**, acus novae declinatoriae descriptio. Nov. Com. Acad. Petr. 7. p. 309.

**Rumouski**, methodus exactior declinationem acus magneticae observandi. Act. Acad. Petr. 1781. p. 191.

Brander, Beschreibung eines magnetischen Declinatorii und Inclinatorii. Augsb. 1779. 8.

Cassini, description d'une nouvelle boussole, propre à déterminer avec la plus grande précision la direction et la déclinaison absolue de l'aiguille aimantée. Mém. de l'Inst. V. p. 145.

Bidone, Mém. de Turin 1811. p. 141. Gilb. Ann. 64. p. 375.

Beaufoy, variation compass. Barlow Magnetism Encycl. Metrop. 1. p. 766. pl. 5.

Dollond, variation transit. Brewster treatise on magn. p. 334.

Poggendorff, ein Vorschlag zum Messen der magnetischen Abweichung. Pogg. Ann. 7. p. 121.

v. Riese, Bestimmung der Declination der Magnetnadel vermittelst eines Spiegels. Pogg. Ann. 9. p. 67.

Bessel, über den allgemeinen Gebrauch des Passageninstruments. Schumach. astron. Nachr. 6. p. 221.

Gauss, über die Anwendung des Magnetometers zur Bestimmung der absoluten Declination. Res. des magn. Ver. 1841. p. 1.

Weber, über die Reduction der Magnetometer Beobachtungen auf absolute Declination. ib. 1837. p. 104.

Declination magnetometer. Report of the Commit. of physics including meteorology. London 1840. p. 30.

Simonof, über eine neue Methode zur Bestimmung der absoluten Declination. Res. d. magn. Ver. 1841. p. 62.

Lamont, magnetischer Theodolit. Ann. für Meteorol. und Erdmagnetismus 1842. 2. p. 179.

Für tägliche Variation.

Coulomb, description d'une boussole, dont l'aiguille est suspendu par un fil de soie. Mém. de Par. 1785. p. 560.

Prony, Beschreibung und Gebrauch eines Instruments, womit sich die tägliche Variation und die Declination der Magnetnadel mit grosser Genauigkeit messen lassen. Journ. de Ph. 44. p. 474. Gilb. Ann. 26. p. 275.

Troughton, magnetisches Teleskop. Nichols. Journ. 1806. p. 179. Gilb. Ann. 24. p. 114.

Gambey, Pouillet élémens de physique I. pl. 11. fig. 266.

Dollond, diurnal variation instrument. Brewster treatise on magn. p. 335..



Vergrösserungsmethoden derselbe

Biot, sur les diverses amplitudes d'excursion, que diurnes peuvent acquerir, quand on les observe stème de corps aimantés réagissant les uns su Ann. de Ch. et de Ph. 24. p. 140.

Barlow, observations and experiments on the daily the horizontal and dipping needle under a redu power. Ph. Tr. 1823. p. 326.

Christie, on the diurnal deviation of the horiz when under the influence of magnets. Ph. Tr. 1

Moser, über eine Methode die Variationen in der tellurisch-magnetischen Kraft zu messen, und übe wendungen derselben. Pogg. Ann. 20. p. 431.

Apparate zur Nachweisung des Magnetismu magnetischer Substanzen.

Brugmans, über die Verwandschaft des Magn. ( auf Quecksilber oder Wasser.)

Bennet, a new suspension of the magnetic needle, the discovery of minute quantities of magnetic att Tr. 1792. p. 81.

Hauy, Traité de minéralogie. u. Gilb. Ann. 63. p. 2

Coulomb, Journal de phys. 54. p. 240.

Lebaillif, bulletin universel. 8. p. 87. (Sideroscop.)

Apparate zur Neutralisation des Erdmagne

Doppelter Magnetismus v. Hauy, Traité de minéralogi Gilb. Ann. 63. p. 104.

Astatische Bussole v. Ampère, Gilb. Ann. 70. p. 24

Doppelnadel, astatische, v. Ampère und Nobili, sie meter.

Localattractionen und Compensation der

Barlow, Methode die lokale Variation der Bussole zu Schweigger Journ. 42. p. 18. Gilb. Ann. 73. p. 1.

Poisson, mémoire sur les déviations de la boussole pr le fer des vaisseaux. Ann. de Ch. et de Ph. 69.

Airy, account of experiments on iron built ships, in

the purpose of discovering a correction for the deviation of the compass produced by the iron of the ship. Ph. Tr. 1839. p. 167.

Sabine, on irregularities in the direction of the compass needles, caused by the attraction of the iron in ships. Ph. Tr. 1819. p. 112.

Barlow, on the errors of the course of vessels occasioned by local attraction. Ph. Tr. 1831. p. 215.

Barlow, on magnetic attractions. London 1823.

Horner, Art. Ablenkung d. n. Gehl. Wörterb.

### Inclinatorium.

Hartmann, entdeckt die Neigung 1543. Repertorium II. p. 129.

Normann, the new attractive; containing a short discourse of the magnet or loadstone and among other his virtues, of a new discovered secret and subtil property, concerning the declination of the needle touched therewith under the plaine of the horizon. London 1596. 4. (erstes Inclinatorium 1576.)

Buache, construction d'une nouvelle boussole, dont l'aiguille donne par une seule et même opération, l'inclinaison et la declinaison de l'aimant. Mém. de Paris 1732. p. 377.

Daniell Bernoulli, mémoire sur la manière de construire les boussoles d'inclinaison pour faire avec le plus de précision qu'il est possible les observations de l'aiguille aimantée, tant sur mer que sur terre. Pièces de Prix de l'Acad. de Par. 5. Mém. 8.

Nairne, experiments on two dipping needles, which dipping needles were made agreeable to a plan of Mr. Mitchell and executed for the board of longitude. Ph. Tr. 1772. p. 476.

Lorimer, description of a new dipping needle. Ph. Tr. 1775. p. 79.

Kraft, annotationes circa constructionem et usum acus inclinatoriae. Act. Acad. Petrop. 1778. 2. p. 170.

Lous, beskrifning over et nyt opfunden Söe-inklinationscompass, tillige med nogle anmärkninger over dette slagsinstrumenter. Skrift det Kiöbenh. Selsk. 12. p. 93.

Bugge, beskrivelse over et nyt inclinations-compass. ib. Nye Saml. 4. p. 472.



Mémoire sur les nouvelles aiguilles d'inclinaison faites à Dietrich. Act. Helv. 3. p. 233.
v. Hahn, Bemerkungen über die Neigungsnadel. Berl 10. p. 355.
Wilcke, von der Neigung der Magnetnadel nebst Be zweier Neigungscompasse. 1772. p. 285.
Borda's, v. Lenoir ausgeführt Gilb. Ann. 4. p. 449. u. allg. geogr. Ephemer. 1799. p. 146.
Gambey, in Lloyd, Magnetical observatory of Dubli
Robinson, Res. des magn. Ver. 1841. p. 10.

## Beobachtungsmethoden der Neigung.

Euler, de observatione inclinationis magneticae disserta de prix de l'Acad. de Par. 5. mém. 9. p. 63.
Euler 2, théorie de l'inclinaison de l'aiguille magnéti firmée par des expériences. Mém. de Berl. 1755. p.
la Caille, observations sur l'inclinaison de l'aiguille Mém. de Par. 1754. p. 111.
le Valois, observations sur l'inclinaison de l'aiguille Mém. de Paris 1786. p. 43.
Gauss, Beobachtungen der magnetischen Inclination z gen. Res. d. magn. Ver. 1841. p. 10.

---

Coulomb, nouvelle méthode de déterminer l'inclinaiso gnille aimantée. Mém. de l'Inst. 1803. IV. p. 165.
Tobias Mayer, de usu accuratiori acus inclinatoriae m Comm. Soc. Gott. 3. p. 3.
Sabine, an account of experiments to determine the a the dip of the magnetic needle in London in Aug with remarks on the instruments which are usually in such determinations. Ph. Tr. 1822. p. 1.
Schmidt, über Mayers Methode den magnetischen Neig pass zu gebrauchen. Gilb. Ann. 63. p. 1.
Sartorius u. Waltershausen, das Oscillationsincli Res. de magn. Ver. 1838. p. 58.

Weber, das Inductionsinclinatorium. Res. d. Gott. Ver. 1837. p. 81.

Lloyd, induction inclinometer. Magnetical Observatory of Dublin p. 43.

Intensitätsapparate.

Coulomb, détermination théorique et expérimentale des forces, qui ramènent différentes aiguilles aimantées à saturation à leur méridien magnétique. Mém. de l'Inst. 3. p. [redacted]

Hansteen, Beobachtungen über die Intensität [redacted]gnetismus im nördlichen Europa. Pogg. Ann. 3. p. 225.

Gambey, Pouillet Élémens de physique. Tom. I. pl. 11. fig. 277. 278. 3 ed.

Poisson, solution d'un problème relatif au magnétisme terrestre (mesure de l'intensité de l'action magnétique de la terre, comparable pour tous les temps Connaissance des temps 1828. p. 322.

Moser, über die Messung der Intensität des tellurischen Magnetes. Pogg. Ann. 18. p. 226., 19. p. 161.

Christie, on improvements in the instruments and methods employed in determining the direction and intensity of the terrestrial magnetic force. Ph. Tr. 1833. p. 343.

Gauss, intensitas vis magneticae terrestris ad mensuram absolutam revocata. Gott. 1833. 4. (Magnetometer.)

Gauss, Anleitung zur Bestimmung der Schwingungsdauer einer Magnetnadel. Res. des magn. Ver. 1837. p. 58.

Weber. Bemerkungen über die Wahl der Magnetnadeln zu Magnetometern. ib. 1841. p. 79.

Gauss, über ein neues zunächst zur unmittelbaren Beobachtung der Veränderung in der Intensität des horizontalen Theils des Erdmagnetismus bestimmtes Instrument. Res. des magn. Ver. 1837. p. 1. (Bifilar Magnetometer.)

Gauss, Bemerkungen über die Einrichtung und den Gebrauch des Bifilar-Magnetometers. ib. 1837. p. 20.

Gauss, zur Bestimmung der Constanten des Bifilarmagnetometers. ib. 1840. p. 1.

Goldschmidt, über die Bestimmung der absoluten Intensität. ib. 1840. p. 122.

Weber, Beschreibung eines kleinen Apparats zur Messung des

Erdmagnetismus nach absolutem Maass für Reise
1836. p. 63.

Weber, das transportable Magnetometer. Res. 1838.

Lamont, über Bestimmung der Horizontal-Intensität magnetismus nach absolutem Maass. 4.

Horizontal force magnetometer. Report. of the Comm. incled. meteorol. Lond. 1840. p. 23.

Vertical force magnetometer. ib. p. 31.

Lloyd, on the determination of the intensity of the e netic force in absolute measure.

Observatorien für den Magnetismus der

Weber, Bemerkungen über die Einrichtung magnetis vatorien und Beschreibung der darin aufzustellen mente. Res. 1836. p. 13.

Kreil, die magnetischen Apparate und ihre Aufstellu K. K. Sternwarte zu Prag. Res. 1839. p. 91.

Lloyd, account of the magnetical observatory at Dul the instruments and methods of observation empl Dublin 1842. 4. 54 S.

Lamont, über das magnetische Observatorium der K. bei München. München 1842. 4.

Darstellungen und Theorien des Erdmagne

Halley. theory of the variation of the magnetical con Tr. 1683. p. 208.

Halley, account of the cause of the change of the the magnetical needle, with an hypothesis of the s the internal parts of the earth. Ph. Tr. 1692. p.

Whiston, the longitude and latitude found by the or dipping needle, wherein the laws of magnetis discovered. London 1721. 8.

Mountain and Dodson, an account of the method describe lines on Dr. Halley's chart of the terraque shewing the variation of the magnetic needle abou 1756 in all the known seas. London 1758. 4.

Wilcke, Versuch einer magnetischen Neigungscharte. Abh. 1768. p. 209.

Zegollström, theoria declinationis magneticae. Upsal

Le Monnier, remarques sur la carte Suedoise de l'inclinaison de l'aimant publiée à Stockholm. Mém. de Paris 1772. p. 461.

Bellin, carte des variations des la boussole et des vents généraux, que l'on trouve dans les mers les plus frequentées. Paris 1765.

Funk, die nördliche und südliche Erdoberfläche auf die Ebene des Aequators projicirt. Leipzig 1781. (Neigungs- und Abweichungslinien.)

Le Monnier, loix du magnetisme pour indiquer les courbes magnétiques comparées aux observations dans les différentes parties du globe. Paris 1778. 8. 2 vol.

Dunn, magnetic atlas. London 1776.

Churchmann, the magnetic atlas or variation charts of the whole terraqueous globe; comprising a system of the variation and dip of the needle. London 1794.

Lorimer, a concise essay on magnetism, with an account of the declination and inclination of the magnetic needle. London 1795. 4.

Burja, rapport sur un ouvrage et une carte de Churchmann concernant la déclinaison de l'aiguille aimantée. Mém. de Berl. 1790. h. p. 11.

Euler, recherches sur la déclinaison de l'aiguille aimantée. Mém. de Berl. 1757. p. 175.

Euler, corrections nécessaires pour la théorie de la déclinaison aimantée. ib. 1766. p. 213.

Tob. Mayer, Gött. Gel. Anz. 1760. p. 633., 1762. p. 377.

Löwenörn, nogle tanker over magneten, tit at kunne forklare saavel magnet naalens variation som inclination. Dansk. Vid. Selsk. Sk. 2. p. 285.

Steinhäuser, de magnetismo telluris commentationes mathematico physicae. Wittenb. 1806.

Mollweide, Theorie der Abweichung und Neigung der Magnetnadel. Gilb. Ann. 29. p. 1. 251., 70. p. 26.

Humboldt und Biot, über die Variationen des Magnetismus der Erde in verschiedenen Breiten. Journ. de phys. 49. p. 429., Gilb. Ann. 20. p. 257.

Biot, Bericht über Morlet's Untersuchungen über den magnetischen Aequator und den Magnetismus der Erde. Gilb. Ann. 70. p. 1.

Quinet, théorie de l'aimant appliquée aux déclinaisc naisons de l'aiguille de boussole, et démontrée par métrie sphérique. Paris 1809. 4.

Quinet, exposé des variations magnétiques et atm Paris 1826. 8.

Hansteen, Untersuchungen über den Magnetismus Christiania 1819. 4. nebst einem Atlas und Gill p. 313., 70. p. 36. 110., 71. p. 273.

Hansteen, zur Geschichte und Vertheidigung seiner U gen über den Magnetismus der Erde und kritische gen über die hierher gehörigen Arbeiten von Biot Gilb. Ann. 75. p. 145.

Hansteen, Versuch einer magnetischen Neigungschart Beobachtungen auf der letzten englischen Nordp unter Cap. Ross und Parry. Pogg. Ann. 4. p. 27

Hansteen, Indynaminische Linien für die ganze Kraft. Pogg. Ann. 9. p. 49. 229., 28. p. 473. 578

Barlow, on the present situation of the magnetic lin variation and their changes on the terrestrial surfa 1833. p. 667.

Ross, on the position of the north magnetic pole. ib.

Hansteen, einige von verschiedenen Beobachtern im Europa angestellte magnetische Beobachtungen über I Intensität mit 3 Steindrucktafeln. Schumach. astron. N

Quetelet, recherches sur l'intensité magnétique en Italie. Mém. de l'Acad. de Brux. VI. 1831.

Quetelet, second mémoire sur le magnétisme terrest ib. XIII. 1840.

Duperrey, über die gegenwärtige Lage des magnetis tors. Pogg. Ann. 21. p. 151. Charte.

Horner, Inclinationscharte (neues Gehl. Wörterbuch

Moser, über die Erscheinungen des Magnetismus der nigsberger naturwissensch. Vorträge. 1834. p. 217.

Moser, Methode, die Lage und Kraft des veränder kennen zu lernen. Pogg. Ann. 28. p. 49. 273.

Moser, über den Magnetismus der Erde. Pogg. A 63. 271. Schum. astr. Nachr. 1834. No. 265. u. Rep

Erman 2, über die Gestalt der isogonischen, isoklin isodynamischen Linien im Jahr 1829 und die Anw

dieser eingebildeten Curven auf die Theorie des Erdmagnetismus. Pogg. Ann. 21. p. 119.

Davies, geometrical investigations concerning the phenomena of terrestrial magnetism. Ph. Tr. 1835. p. 221., 1836. p. 75.

Sabine, report on the variation of magnetic intensity. Report 7. of the meeting of the British Association. (Charte für die ganze Intensität.)

Neumann, über eine neue Eigenschaft der Laplace'schen $y^{(n)}$ und ihre Anwendung zur analytischen Darstellung derjenigen Phaenomene, welche Functionen der geographischen Länge und Breite sind. Schumach. astron. Nachr. 15. p. 313.

Gauss, Allgemeine Theorie des Erdmagnetismus. Res. d. magn. Ver. 1838. p. 1. 146.

Gauss u. Weber, Atlas des Erdmagnetismus nach den Elementen der Theorie entworfen. Leipzig 1840. 4.

Goldschmidt, Vergleichung magnetischer Beobachtungen mit den Elementen der Theorie. Res. de magn. Ver. 1840. p. 158. 1841. p. 109.

Report of the committee of physics including meteorology on the objects of scientific inquiry in those sciences. London 1840. 8. 120 S. 4 Charten.

Sabine and Lloyd, report on the magnetic isoclinal and isodynamic lines in the british islands. London 1839. 8. 196 S. 3 Chart.

Sabine, contributions to terrestrial magnetism. Ph. Tr. 1840. p. 129., 1841. p. 11., 1842. p. 9.

Bessel, über den Magnetismus der Erde. Schumach. astron. Jahrb. 1843. p. 117.

Morlet, recherches sur les lois du magnétisme terrestre. Compt. rend. 1836. 2. p. 148.

## Ursache des Magnetismus der Erde.

Silberschlag, systema inclinationis et declinationis utriusque acus magneticae. Mém. de Berl. 1786. p. 87.

Buffon, histoire naturelle des minéraux. Paris 1788. 5 vol.

Ampère, recueil d'observations électrodynamiques. Paris 1822.

Seebeck, über die magnetische Polarisation der Metalle durch Temperaturdifferenz. Abh. d. Berl. Ak. 1822.

Barlow, on the probable electric origin of the phenomena of terrestrial magnetism. Ph. Tr. 1831. p. 99.

**Metcalf**, a new theory of terrestrial magnetism. ]
1833. 8.

**Clarke**, a treatise on the magnetism of the needle, tl
its being north and south, its dipping and variatio
1818. 8. Southwark 1825. 8.

**James Barlow**, a new theory accounting for the
magnetic needle being an analysis of terrestrial
New-York 1835. 8.

### Sammlungen von Beobachtungen.

(Ausser den bereits angeführten allgemeinen Wer

**Mountain and Dodson**, on the variation of the
needle with a set of tables annexed which exhibit
of upwards of fifty thousand observations. Ph.
p. 329.

**Buffon**, histoire naturelle des minéraux. 1788. vol. 5

**Vancouver**, Abweichungen und Neigungen. Bearb.
Ann. 30. p. 72—90.

**d'Entrecasteaux u. Labillardière**, Beob. bearb.
Ann. 30. p. 161—219.

**La Peyrouse**, Beob. bearb. v. Gilbert. Ann. 32. p. 7

**Cook**, Beob. bearb. v. Gilbert. Ann. 35. p. 206.

**Freycinet**, Beob. bearb. v. Gilbert. Ann. 70. p. 78.

**v. Humboldt**, Beobachtung der Intensität magnetisch
und der magnetischen Neigung angestellt in den Jal
bis 1803 von 48° 50' N. B. bei 12° S. B. und 3°
bis 106° 22' W. L. in Frankreich, Spanien, den c
Inseln, dem atlantischen Ocean und der Südsee. P
15. p. 336.

**v. Humboldt u. Gay Lussac**, über die Stärke und
Neigung der magnetischen Kräfte in Frankreich, der
Italien und Deutschland. Mém. d'Arcueil 1. p. 1. (
28. p. 257.

**v. Humboldt**, Inclinationsbeobachtungen in Russlanc
Ann. 18. p. 355.

**Dupperey**, voyage de la Coquille. Physique. Paris :

**Sabine**, an account of experiments to determine the
the earth by means of the pendulum. London 182
Ann. 6 p. 88.

Hansteen, Tafel über magnetische Inclination und Intensität. Pogg. Ann. 14. p. 376.

A. Erman, Reise um die Erde und Pogg. Ann. 16. p. 139., 17. p. 328., 21. p. 119., 23. p. 485., 39. p. 115., 37. p. 522.

Forbes, account of experiments on terrestrial magnetism made in different parts of Europe. Edinb. Trans. vol. 14. p. 1. u. 15. p. 27.

Bache and Courtenay, on the relative horizontal intensities of terrestrial magnetism at several places in the united states. Americ. Trans. V. p. 427. on the magnetic dip. ib. p. 209.

Rudberg, Intensitätsbeobachtungen. Pogg. Ann. 27. p. 5.

v. Waltershausen und Listing, Resultate aus in Italien angestellten Intensitätsmessungen. Res. des magn. Ver. 1840. p. 157.

Billingshausen, Abweichungen der Magnetnadel beobachtet in den Jahren 1819—1821. ib. 1839. p. 117.

## Gleichzeitige Beobachtungssysteme besonders für tägliche Veränderungen.

Correspondirende Beobachtungen über die regelmässigen stündlichen Veränderungen und über die Perturbationen der magnetischen Abweichung im mittlern und östlichen Europa gesammelt und verglichen von Dove mit einem Vorwort von A. v. Humboldt. Pogg. Ann. 19. p. 357.

Kupfer, recueil d'observations magnétiques faites à St. Pétersbourg et sur d'autres points de l'empire de Russie. Pétersbourg 1837. 4. 717 S.

Gauss und Weber, Resultate aus den Beobachtungen des magnetischen Vereins in den Jahren 1836—1841. 8. Leipzig. Jährlich.

Annuaire magnétique et météorologique du corps des ingenieurs des mines de Russie ou recueil d'observations magnétiques et météorologiques faites dans l'étendue de l'empire de Russie et publiées par ordre de l'empereur Nicolas I. et sous les auspices de Mr. le Comte Cancrine par Kupfer. gr. 4. 5 vol. seit 1836.

Lamont, Annalen der Meteorologie und des Erdmagnetismus. München 1842.



of the horizontal needle and also for its irregular va the time of an Aurora Borealis. Ph. Tr. 1759. p. 3

Arago, sur les influences magnétiques exercées par l boreales et sur la prétendue découverte, que Mr. annonce avoir faite sur ce sujet. Ann. de Ch. et d p. 369.

Brewster, gegen den Einfluss der Nordlichter auf di nadel. Edinb. Journ. of Sc. 16. p. 189. Baumg. p. 343.

Fox, on the variable intensity of terrestrial magne the influence of the Aurora Borealis upon it. Ph. p. 199.

Farquharson, experiments on the influence of the Au ealis on the magnetic needle. Ph. Tr. 1830. p. 97.

Kupfer, Notiz über ein in Petersburg in der Nacht auf den 6ten Mai 1830 beobachtetes Nordlicht. P 18. p. 611.

Dove, über das Nordlicht vom 19. und 20. Decem Pogg. Ann. 20. p. 333.

Beobachtungen über das Nordlicht vom 7. Januar 1831 zu gestellt von Poggendorff Ann. 22. p. 434.

Rudberg, über den Einfluss des Nordlichts auf In Pogg. Ann. 39. p. 109.

Kreil, Beobachtungen der magnetischen Abweichung, und horizontalen Intensität zu Mailand im Jahr 183 Ann. 41. p. 527.

Bache, note of the effect upon the magnetic needle of rora Borealis visible at Philadelphia on the 17. M Frankl. Inst. July 1835.

Bache, observations on the disturbance in the directio horizontal needle during the Aurora of July 10 th. 1 1834. Jan.

Sabine, observations made at the magnetic observat Toronto in Canada, Trevandrum in the East Indies an lena. London 1841. 8.

Sabine, Observations on days of unusual magnetic dis made at the British Colonial magnetic observatories. 1843. 4. 107 S.

Photomagnetismus?

Morechini, Magnetismus durch die violetten Strahlen des Prisma erregt. Schweigger Journ. 6. p. 327.

M. Sommerville, on the magnetizing power of the more refrangible solar rays. Ph. Tr. 1826. p. 132.

Ridolfi, nouvelles expériences tendant à démontrer qu'il existe une force magnétisante dans l'extrémité violette du spectre solaire. Ann. de Ch. et de Ph. 3. p. 323.

Christie, on magnetic influence in the solar rays. Ph. Tr. 1826. p. 219.

Baumgartner, Untersuchungen über den Magnetismus des Eisens durch das Licht nebst neuen Versuchen über denselben Gegenstand. Baumg. Journ. 1. p. 263.

Riess und Moser, über die magnetisirende Eigenschaft des Sonnenlichtes. Pogg. Ann. 16. p. 563.

---

## Nachtrag.

Wheatstone, description of the electromagnetic clock. Lond. and Ed. Ph. Mag. 18. p. 139.

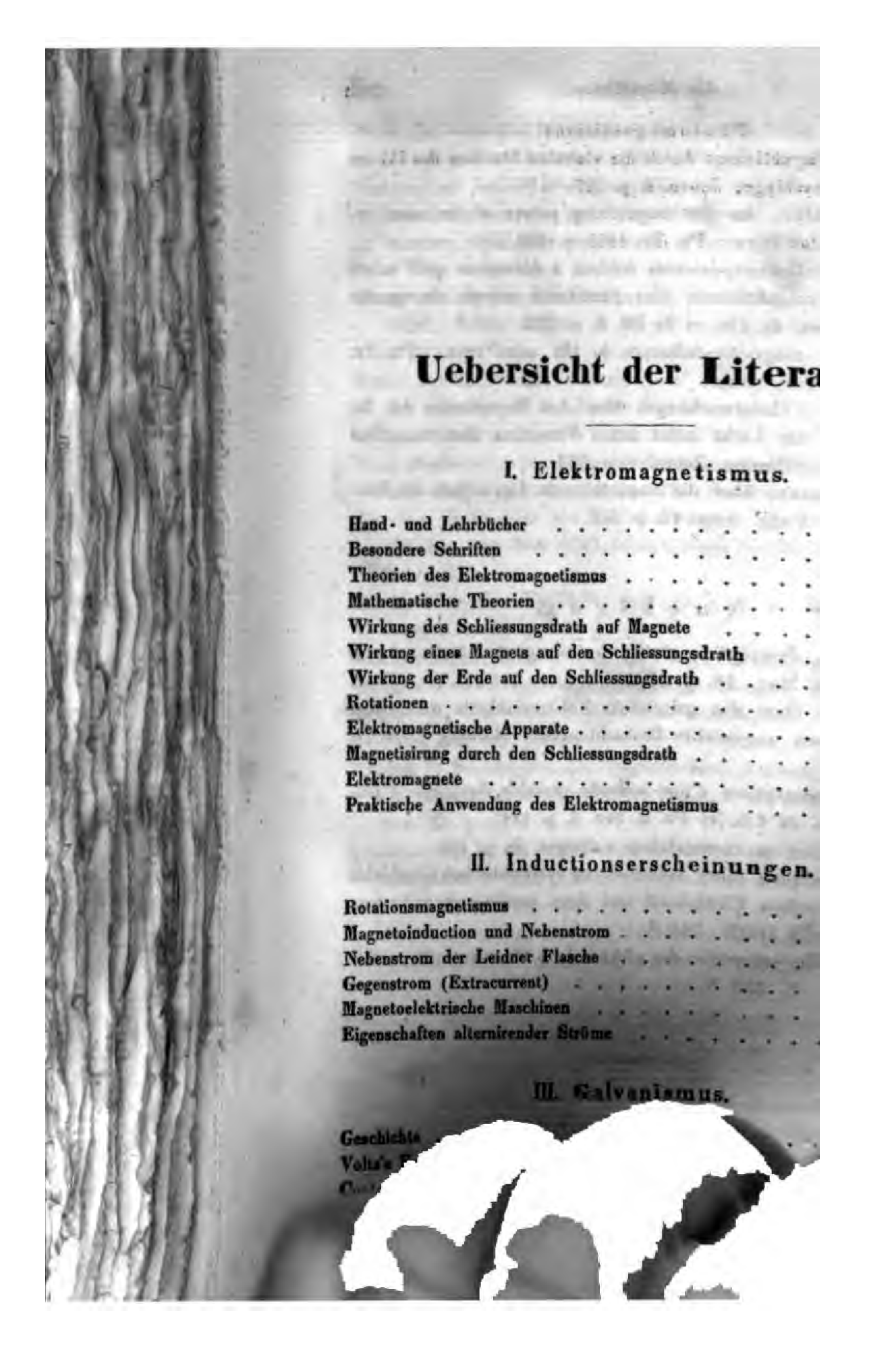
Casselmann, über die galvanische Kohlenzinkkette und einige mit derselben angestellte Beobachtungen. Marburg 1843. 8. 76 S.

Dujardin, description d'une nouvelle machine électrique à plateau. Ann. de Ch. et Ph. n. Ser. 9. p. 111.

Dujardin, nouveau commutateur voltaique. ib. p. 110.

Augustin, Versuch einer vollständigen systematischen Geschichte der galvanischen Elektricität und ihrer medicinischen Anwendung. Berlin 1803. 284 S.

Hartmann, Encyclopädie der elektrischen Wissenschaften. Bremen 1784. 4. 256 S.



# Uebersicht der Litera

## I. Elektromagnetismus.



## II. Inductionserscheinungen.



## III. Galvanismus.



## Magnetismus.



## Magnetische Apparate.

## Erdmagnetismus.



## Schlussbemerkung.

Da in keiner physikalischen Disciplin so häufig v biete des Magnetismus und der Elektricität früher durch spätere berichtigt und widerlegt worden sind, ebe aber auch dasselbe Resultat von vielen Seiten gleichzeiti oft aber auch längst Bekanntes als neu wiederholt ve wurde, so musste aus dem überreichen Material eine ge wahl getroffen werden. Dies war besonders in Beziehu ältern Arbeiten durchaus nothwendig. Ebenso sind ei Erdmagnetismus betreffende Beobachtungen nicht angefü in den allgemeineren Werken leicht aufgefunden werd Da aber die elektromagnetischen Wirkungen der Ström rer Zeit vorzugsweise als Maasbestimmungen für alle El quellen angewendet worden sind, so wird es gerech scheinen, dass in der Anordnung des Inhalts mit de magnetismus begonnen wurde, an welchen sich die Ind scheinungen wiederum am natürlichsten anschliesser zugleich den elektrischen Strom in seiner einfachsten stellen. Die komplicirteren Formen desselben (Ga thierische Elektricität und Thermoelektricität) folgen da die momentanen Ströme der Reibungs- und atmos Elektricität.

Dove.

# Sechszehnter Abschnitt.

## Ueber das Auge,

von

Ludwig Moser.

---

### Ueber den Weg der Lichtstrahlen im Auge.

Dieser Gegenstand bildet das Fundament der Betrachtung des Auges als eines optischen Apparats, und es ist daher zweckmässig, ihm einen eigenen Abschnitt zu widmen; man wird finden, dass hierdurch einige wesentliche Aufgaben über dieses Organ zur Erledigung gelangen. Das Auge lässt sich mit einem System sphärisch gekrümmter Körper vergleichen, in welchem jedoch die vorkommenden Dicken nicht vernachlässigt werden können; über den Weg der Lichtstrahlen durch ein solches System sind in neuerer Zeit zwei Abhandlungen von Gauss und Bessel erschienen *), die sich auf den vorliegenden Fall anwenden lassen. Wir folgen hier vorzugsweise der Untersuchung des letztern Gelehrten.

Es sei ein System von $i + 1$ Linsen, von beliebigen Krümmungshalbmessern und aus durchsichtigen Substanzen von beliebiger Brechbarkeit bestehend, deren Axen jedoch zusammenfallen, d. h. deren Mittelpunkte sämmtlich auf einer und derselben Geraden liegen. Es wird ein Strahl vorausgesetzt, so gerichtet, dass eine Ebene durch ihn und die Axe gelegt werden könne. Die

---

*) C. F. Gauss: Dioptrische Untersuchungen. Göttingen 1841. — Bessel: Ueber die Grundformeln der Dioptrik, in Schumachers Astronomische Nachrichten. Band 18. No. 415. Februar 1841.

☞ Durch einen vom Corrector übersehenen Irrthum des Setzers ist von hier ab statt 289 sqq. 337 sqq. paginirt worden, da sich der Setzer nach der Signatur gerichtet und übersehen hat, dass unter den 21 signirten Bogen sechs Halbbogen sich befinden. Es ist demnach hier **kein Defect** vorhanden.

Lage des Strahls ist dann bestimmt, wenn wir angeben, dass er die Axe unter dem Winkel w und zwar in einer Entfernung a, von der ersten der brechenden Flächen gerechnet, treffe. Was das System von Linsen betrifft, welche dieser Strahl successive durchdringt, so müssen wir die Radien derselben, ihre Dicken, ihre Entfernungen und endlich die Brechbarkeit ihrer Substanz bezeichnen.

Es seien $r, r_1, r_2 \ldots r_i$ die Radien der vorderen Flächen,
$\varrho, \varrho_1, \varrho_2 \ldots \varrho_i$ - - - hinteren -
$d, d_1, d_2 \ldots d_i$ - Dicken der Linsen, in der Axe gemessen,
$e, e_1, e_2 \ldots e_{i-1}$ - Entfernung der Linsen zwischen den einander zugewandten Flächen, und zwar ebenfalls in der Axe gemessen.
Endlich seien $n\, n_1\, n_2 \ldots n_i$ - Brechungsverhältnisse, dasjenige des umgebenden Mediums = 1 gesetzt.

Ueber die Zeichen der Radien r, $\varrho$ u. s. w. ist zu bemerken, dass sie positiv genommen werden sollen, wenn die vorderen Flächen der betreffenden Linse convex sind, die hinteren Flächen aber concav. So wäre also in dem Falle einer biconvexen Linse r positiv, $\varrho$ negativ zu nehmen; bei einer biconcaven r negativ, $\varrho$ positiv u. s. w.

Wir haben jetzt den Weg des Lichtstrahls, welcher mit der Axe den Winkel w bildet und diese Axe in der Entfernung a von der Vorderfläche der Linse trifft, im Innern der Substanz zu bestimmen. Zu dem Ende nehme man an, dass dieser Strahl die Vorderfläche an einem Punkt treffe, zwischen welchem und der Axe der Winkel t am Mittelpunkt der Krümmung eingeschlossen ist. Der Strahl wird an diesem Punkt aus seiner Richtung gelenkt, bildet nach der Brechung den Winkel v mit der Axe, und würde dieselbe in einer Entfernung b, von der ersten Linsenfläche gemessen, treffen. a und b, so wie die später anzuführenden Entfernungen werden positiv genommen, wenn die Punkte der Axe, auf welche sie sich beziehen, von den betreffenden Flächen nach Innen zu liegen. So wäre z. B. a positiv, wenn der ursprünglich einfallende Strahl die Axe hinter der ersten Linsenfläche trifft u. s. w.

Mit den angegebenen Bezeichnungen findet man ohne alle Schwierigkeit:

$$r \sin \{t - w\} = (a - r) \sin w$$
$$n \sin \{t - v\} = \sin \{t - w\}$$
$$(b - r) \sin v = r \sin \{t - v\}$$

nn nun für die Brechung an der hinteren Fläche $\varrho$, $\tau$, $\varphi$. $\alpha$, $\beta$.
sherigen r. t. w, a, b, entsprechen, so hat man ferner

$$\varrho \sin \{\tau - v\} = (\beta - \varrho) \sin v$$
$$\sin \{\tau - \varphi\} = n \sin \{\tau - v\}$$
$$(\alpha - \varrho) \sin \varphi = \varrho \sin \{\tau - \varphi\}$$

h ist noch $\beta = b - d$

iese Gleichungen bleiben für die folgenden Linsen diesel- venn man die Typen anwendet und zugleich bemerkt, dass ezug auf die zweite Linse $a_1 = \alpha - e$

und $w_1 = \varphi$ ist.

Venn sämmtliche, hier vorkommende Winkel unendlich klein o erhält man durch Substituirung der Bogen für die Sinus

e erste Linse: $\frac{n}{b} = \frac{1}{a} + \frac{n-1}{r}$

$$\frac{n}{\beta} = \frac{1}{\alpha} + \frac{n-1}{\varrho}$$
$$a w = r t = b v$$
$$\alpha \varphi = \varrho \tau = \beta v$$
$$\beta = b - d$$

zweite Linse: $\frac{n_1}{b_1} = \frac{1}{a_1} + \frac{n_1 - 1}{r_1}$

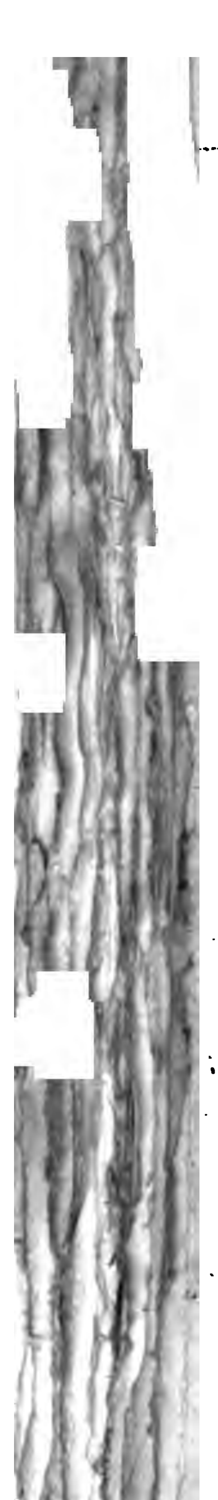
$$\frac{n_1}{\beta_1} = \frac{1}{\alpha_1} + \frac{n_1 - 1}{\varrho_1}$$
$$a_1 w_1 = r_1 t_1 = b_1 v_1$$
$$\alpha_1 \varphi_1 = \varrho_1 \tau_1 = \beta_1 v_1$$
$$\beta_1 = b_1 - d_1$$

vie schon bemerkt worden ist $a_1 = \alpha - e$ und $w_1 = \varphi$ ist.

s nun findet sich $\alpha_1 = \cfrac{1}{-\cfrac{(n_1 - 1)}{\varrho_1} + \cfrac{n_1}{\beta_1}}$

da $\beta_1 = b_1 - d$

$$\alpha_1 = \cfrac{1}{\cfrac{-(n_1 - 1)}{\varrho_1} + \cfrac{1}{-\cfrac{d_1}{n_1} + \cfrac{b_1}{n_1}}}$$





Für $\frac{b_1}{n_1}$ findet man $\dfrac{1}{\frac{(n_1-1)}{r_1}+\frac{1}{a_1}}$

oder $\dfrac{1}{\frac{(n_1-1)}{r_1}+\frac{1}{-e+\alpha}}$

Und endlich für $\alpha$ $\dfrac{1}{\frac{-(n-1)}{\varrho}+\dfrac{1}{\frac{-d}{n}+\dfrac{1}{\frac{n-1}{r}+\frac{1}{a}}}}$

Substituirt man diese letzteren Werthe in den
so erhält man diese Grösse in der Form eines Ke
ches die einfachste Form ist, unter der dieselbe
den kann. In derselben Form stellen sich, wie
Grössen $\frac{n_1}{\beta_1}$, $\frac{b_1}{n_1}$ und $\frac{1}{a_1}$ dar.

Aus dem Voranstehenden ergiebt sich, dass
die $i+1$ Linsen folgenden Kettenbruch aufstellt:

$$\cfrac{1}{\frac{1-n_i}{\varrho_i}+\cfrac{1}{\frac{-d_i}{n_i}+\cfrac{1}{\frac{n_i-1}{r_i}+\cfrac{1}{-e_{i-1}+\cfrac{1}{\frac{1-n_{i-1}}{\varrho_{i-1}}+\cdots}}}}}$$

so wird der Werth des ganzen Kettenbruchs =
wird ferner $\frac{n_i}{\beta_i}$, $\frac{b_i}{n_i}$, $\frac{1}{a_i}$ erhalten, wenn man davo
zwei ersten, die drei ersten Glieder trennt, u. s. w

Der Kettenbruch besteht aus $4i+4$ Gliedern, ne
Krümmungshalbmessern, $i+1$ Dicken und $i$ Entfern
zelnen Linsen von einander. Bessel führt dah
fachung folgende Bezeichnung ein.

Er setzt für $\frac{1-n_i}{\varrho_i}$ : $(4i+3)$

für $\frac{-d_i}{n_i}$ : $(4i+2)$

u. s. w.

also für $-e : (4)$

$$\frac{1-n}{\varrho} : (3)$$

$$\frac{-d}{n} : (2)$$

$$\frac{n-1}{r} : (1)$$

Schreibt man für den Werth des ganzen Kettenbruchs [4i+3, a], für denselben mit fortgelassenem ersten Gliede [4i+2, a] u. s. w., so hat man, dem Vorhergehenden zufolge

$$\alpha_i = [4i+3, a], \frac{n_i}{\beta_i} = [4i+2, a], \frac{b_i}{n_i} = [4i+1, a], \frac{1}{a_i} [4i, a]$$

und ähnliche Gleichungen für $\alpha_{i-1}$, $\alpha_{i-2}$.... $\frac{n_{i-1}}{\beta_{i-1}}$ u. s. w.

Wenn ein Kettenbruch gegeben ist

$$\cfrac{1}{p+\cfrac{1}{q+\cfrac{1}{r+\dots+\cfrac{1}{z}}}}$$

hat man bekanntlich, um ihn auf einen gewöhnlichen Bruch zu bringen, folgende Grössen zu bilden:

$$p, \; pq+1, \; (pq+1)\,r+p, \text{ u. s. w.}$$

Bezeichnet man diese Grössen der Reihe nach durch (p), (p, q), (p, q, r) u. s. w., dann kann für den Werth des Kettenbruchs geschrieben werden $\frac{(q, z)}{(p, z)}$.

Diesem zufolge ist in unserm Falle $[4i+3, a] = \frac{(4i+2.a)}{(4i+3.a)}$, und so erhält man

$$\frac{\alpha_i b_i}{a_i \beta_i} = \frac{(4i-1, a)}{(4i+3, a)} \dots\dots (1)$$

Wenn man die Gleichungen, welche wir oben für einen Lichtstrahl mittheilten, welcher unter der Voraussetzung unendlich kleiner Winkel durch Linsen sich bewegt, betrachtet, und die Winkel $w_i$, $v_i$, $\varphi_i$ auf den anfänglichen Winkel $w$ reduzirt, so erhält man leicht folgende Relationen:

$$w_i = M_i w$$

$$v_i = M_i \frac{a_i}{b_i} w$$

$$\varphi_i = M_i \frac{a_i \beta_i}{\alpha_i b_i} w,$$

wo mit $M_i$ der Ausdruck $\frac{a.a_1 \ldots a_{i-1}}{\alpha.\alpha_1 \ldots \alpha_{i-1}} \cdot \frac{\beta.\beta_1 \ldots . \beta_{i-}}{b.b_1 \ldots b_{i-}}$

worden ist. Mittelst der vorigen Gleichung (1) geb

(4i — 1,a), in so fern man erwägt, dass $\frac{a\beta}{\alpha b} = (3,a)$,

$\ldots\ldots \frac{a_{i-1} \cdot \beta_{i-1}}{\alpha_{i-1} \cdot b_{i-1}} = \frac{(4i-1,a)}{(4i-5,a)}$ ist.

Daher erhält man ..... $w_i = (4i - 1,a)$

Da ferner, dem Obigen zufolge

$\frac{b_i}{a_i} = n_i [4i+1,a][4i,a] = n_i \frac{(4i-1,a)}{(4i+1a)}$ ist, so findet

$$n_i v_i = (4i + 1, \text{a}$$

$$\varphi_i = (4i + 3, \text{a}$$

Endlich hat man noch

$$a_i = \frac{(4i,a)}{(4i-1a)}$$

$$b_i = \frac{(4i,a)}{(4i+1,a)}$$

$$\beta_i = \frac{(4i+2,a)}{(4i+1,a)}$$

$$\alpha_i = \frac{(4i+2,a)}{(4i+3,a)}$$

Von den Gleichungen I bis VII werden wir in den
schnitten Gebrauch machen, und fügen hier nur noc
rischen Werthe bei, deren man bei der Anwendung
bedarf.

Man kann das Auge aus dreien Linsen bestehen
welche sich berühren, und von denen die erste durc
und die vordere Fläche der Crystallinse begränzt wird
die Crystallinse selbst ist, und die dritte durch de
gebildet wird. Hiernach und zufolge der im folgend
anzuführenden Mittelwerthe, wäre

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $r =$ | 3,390 | par. Linien. | | Radius der Cornea |
| $d =$ | 1,531 | - | - | Entfernung der Corn Vorderfläche der Linse |
| $\varrho = r_1 =$ | 3,153 | - | - | vorderer Radius der L |
| $d_1 =$ | 2,040 | - | - | Dicke der Linse |
| $\varrho_1 = r_2 =$ | —2,251 | - | - | hinterer Radius der Lin |

ferner $n = 1{,}3366$

$n_1 = 1{,}3839$

$n_2 = 1{,}3360$

Mit diesen Werthen findet man $\log. \frac{n_2-1}{r_2} = \log.(9) = 9{,}17396.n$

$\log. -e_1 = \log.(8) = -\infty$

$\log. \frac{1-n_1}{\varrho_1} = \log.(7) = 9{,}23184$

$\log. -\frac{d_1}{n_1} = \log.(6) = 0{,}16852.n$

$\log. \frac{n_1-1}{r_1} = \log.(5) = 9{,}08550$

$\log. -e = \log.(4) = -\infty$

$\log. \frac{1-n}{\varrho} = \log.(3) = 9{,}02839.n$

$\log. -\frac{d}{n} = \log.(2) = 0{,}05898.n$

$\log. \frac{n-1}{r} = \log.(1) = 8{,}99691$

Und mit Zugrundelegung dieser Werthe:

| | | |
|---|---|---|
| log. (1,2)=9,94756 | log. (9,8)=0, | log. (8,7)=0, |
| - (1,3)=7,66997 | - (9,7)=8,32797 | - (8,6)=0,16852.n |
| - (1,4)=9,94756 | - (9,6)=9,98616 | - (8,5)=9,91409 |
| - (1,5)=9,05149 | - (9,5)=9,14370 | - (8,4)=0,16852.n |
| - (1,6)=9,85751 | - (9,4)=9,98616 | - (8,3)=9,99028 |
| - (1,7)=9,37187 | - (9,3)=8,55404 | - (8,2)=0,41400.n |
| - (1,8)=9,85751 | - (9,2)=9,96736 | - (8,1)=9,85751 |
| - (1,9)=9,10692 | - (9,1)=9,10692 | |

Es muss allerdings wegen der Eigenschaft der Grössen unter der Klammer (1,9) = (9,1) und (1,8) = (8,1) sein, welche Gleichheit sich jedoch natürlich auf die letzte Dezimalstelle nicht zu erstrecken braucht.

---

## Maassbestimmungen über das Auge.

Wir geben hier die für die optische Betrachtung des Auges hauptsächlichsten Grössenverhältnisse nach der Zusammenstellung



von **Treviranus** [1]). Sämmtliche Linearmaasse sii Linien ausgedrückt.

1) Axe der äusseren Seite des Augapfels:

| | | |
|---|---|---|
| 10,2 bis 11,9 | nach | Petit |
| 12,0 | - | Jurin |
| 10, | - | Sömmerring |
| 11, 10, 10,5 | - | Tiedemann |
| 9,7 10,5 11,0′ | | Treviranus |

Mittel 10,68

2) Dicke der Hornhaut in der Axe:

| | | |
|---|---|---|
| 0,16 bis 0,25 | nach | Petit |
| 0,52 | - | Brewster |
| 0,3 0,4 0,54 | - | Treviranus |

Mittel 0,361

3) Abstand der Vorderfläche der Linse von der che der Cornea, in der Axe gemessen:

| | | |
|---|---|---|
| 1,25 | nach | Petit |
| 1,1 | - | Wintringham, Helsham, Trevi |
| 1,3 | - | Sömmerring |
| 0,89 | - | Treviranus |
| 1,5 | - | Young |

Mittel 1,17

4) Dicke der Linse:

| | | |
|---|---|---|
| 2, bis 2,25 | nach | Petit |
| 2,2 | - | Brewster |
| 1,6 | - | Sömmerring |
| 1,75 und 2,5 | - | Tiedemann |
| 2, 2 1,8 2,1 | - | Treviranus |

Mittel 2,04

5) Axe des Glaskörpers:

| | | |
|---|---|---|
| 6,67 | nach | Helsham |
| 6,2 | | Sömmerring |
| 5,5 | - | Tiedemann |
| 5,6 6,0 7,0 | - | Treviranus |

Mittel 6,16

1) G. R. **Treviranus**: Anatomie und Physiologie dei zeuge. Bremen 1828. Heft I. Fol.

6) Abstand der Mitte der Pupille von der hinteren Fläche der Cornea:

| | |
|---|---|
| 1,038 | nach Petit |

7) Radius des grössten äusseren horizontalen Bogens der Cornea:

| | |
|---|---|
| 3,5 bis 3,7 | nach Petit |
| 3,96 | - Young |
| 3,3 | - Sömmerring |
| 2,65 3,12 3,27 | - Tiedemann |
| 3,4 3,6 3,4 | - Treviranus |
| Mittel 3,39 | |

8) Radius der vorderen Krümmung der Linse:

| | |
|---|---|
| 3,0 bis 4,5 | nach Petit |
| 2,94 | - Helsham |
| 4,2 | - Sömmerring |
| 3,04 2,5 | - Tiedemann |
| 2,6 3,0 2,6 | - Treviranus |
| Mittel 3,153 | |

9) Radius der hinteren Krümmung der Linse:

| | |
|---|---|
| 2,5 | nach Petit |
| 2,23 | - Helsham |
| 2,4 | - Sömmerring |
| 2,5 2,1 | - Tiedemann |
| 2,0 2,2 2,08 | - Treviranus |
| Mittel 2,251 | |

Eine Reihe genauer Messungen hat C. Krause in Hannover angestellt *) und wir entlehnen von seiner Mittheilung darüber die folgenden an 8 Augen gefundenen Werthe.

1) Innere Augenaxe, von der hinteren Fläche der Cornea bis zur Basis der Centralfalte der Retina

| I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 9,85 | 10, | 9,8 | 9,5 | 9,55 | 9,55 | 9,4 | 9,45 | Mittel 9,64 p. L. |

2) Dicke der Cornea in der Axe

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,45 | 0,55 | 0,55 | 0,63 | 0,62 | Mittel 0,54 - - |

3) Dicke der Linse

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2, | 1,9 | 2,4 | 2,2 | 1,85 | 2,35 | 1,8 | 1,85 | Mittel 2,04 - - |

*) Meckel's Archiv. Band VI. Poggend. Annal. Band 31 und Band 39.



4) Entfernung der vorderen Fläche der Linse v
ren Fläche der Cornea:

| I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1,2 | 1,35 | 1,25 | 1,35 | 1,25 | 1,2 | 1, | 1, | Mitte |

5) Entfernung der Hinterfläche der Linse von

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 6,65 | 6,8 | 6,1 | 5,9 | 6,4 | 6,0 | 6,65 | 6,55 | Mitte |

6) Entfernung der Pupille von der Hornhaut:

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1, | 1,15 | 1,25 | — | 1,1 | 1,1 | 0,9 | 0,9 | Mittel |

7) Radius der Cornea:

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 4,38 | 4,12 | 3,67 | 3,91 | 3,84 | 3,78 | 3,86 | 3,72 | Mitt |

8) Halbe grosse und halbe kleine Axe der vo
fläche:

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2,05 | 2, | 2, | 2,05 | 2,03 | 1,95 | 2,03 | 2, | Mitt |
| 0,95 | 0,91 | 1,14 | 1,10 | 0,83 | 0,98 | 0,95 | 0,94 | - |

9) Parameter der Hinterfläche der Linse:

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 4,49 | 4,99 | 4,99 | 4,51 | 4,83 | 4,53 | 4,09 | 3,79 | - |

10) Halbe grosse und halbe kleine Axe der K
Retina:

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 5,12 | 5,05 | 5,12 | 5,07 | 5,14 | 5,05 | 5,05 | 4,93 |
| 4,45 | 4,15 | 4,23 | 4,41 | 4,58 | 4,43 | 4,41 | 4,19 |

Ueber das Brechungsverhältniss der durchs
des Auges besitzt man Messungen von Hawskb
Young, Chossat, Brewster (siehe Trevirani
Orte). Für den Brechungsindex der Luft = 1, de
1,3358, ergaben die Messungen

| | Chossat. | Bre |
|---|---|---|
| Für die wässrige Flüssigkeit | 1,338 | 1,3 |
| - - Linse im Ganzen | 1,384 | 1,3 |
| - - (äussere Schicht) | 1,338 | 1,3 |
| - - - (mittlere - ) | 1,393 | 1,3 |
| - - - (Kern) | 1,420 | 1,3 |
| - - Glasfeuchtigkeit | 1,339 | 1,3 |

Ueber den Durchmesser der Pupille hat C
sungen angestellt, indem er bei verschiedenen Entfer
eigene Pupille im Spiegel betrachtete und ihre Weite
der Cornea möglichst genäherte Zirkelspitzen besti
Durchmesser der Iris war 4,‴9.

| Entfernung. | Durchm. der Pupille. |
|---|---|
| 4 Zoll | 2,01 par. Linien |

| Entfernung. | Durchm. der Pupille. |
| --- | --- |
| 8 Zoll | 2,19 par. Linien |
| 12 - | 2,36 - - |
| 16 - | 2,50 - - |
| 20 - | 2,62 - - |
| 24 - | 2,70 - - |
| 28 - | 2,74 - - |

Lambert bestimmte dieselbe Grösse, indem er sein Auge in verschiedene Entfernungen von der Oeffnung im Fensterladen einer finstern Stube brachte, und hierauf möglichst rasch die Weite der Pupille in einem nahe gehaltenen Spiegel maass. Er fand*)

| Entfernung. | Durchm. der Pupille. |
| --- | --- |
| 1 Fuss | 1,14 par. Linien |
| 2 - | 1,50 - - |
| 3 - | 1,70 - |
| 4 - | 1,89 - - |
| 5 - | 2,08 - - |
| 6 - | 2,31 - - |
| 7 - | 2,53 - - |
| 8 - | 2,78 - - |
| 9 - | 2,89 - - |
| 10 - | 3,15 - - |

Der Durchmesser seiner Iris betrug 4,‴70.

Aehnliche Versuche über denselben Gegenstand theilt Hueck mit **).

---

## Von der Entfernung der Bilder im Auge und der Adaptirung.

Die Entfernung der Bilder im Auge bei einer gegebenen Entfernung der Objecte kann leicht aus den Formeln berechnet werden, welche im Abschnitt „Weg der Lichtstrahlen im Auge" enthalten sind. Es war dort (V)

$$\frac{b_i}{n_i} = \frac{(4i, a)}{(4i+1, a)},$$

---

*) Lambert: Photometria u. s. w. Augsburg 1760 §. 853.

**) A. Hueck: Die Bewegung der Crystalllinse. Dorpat 1839. pag. 47.

wo a die Entfernung hinter der ersten Linsenfläche bede welcher der einfallende Strahl die Axe trifft; $b_i$ dieselbe nung, gemessen von der Vorderfläche der i + 1sten Linse gebrochenen Strahl. Da beim Auge i = 2 ist, so geht tere Gleichung über in

$$\frac{b_2}{n_2} = \frac{(8,a)}{(9,a)}.$$

Nun ist, nach der Art wie die Grössen unter der Klamme det werden,

$$(8,a) = a\ (8,1) + (8,2)$$
$$(9,a) = a\ (9,1) + (9,2)$$

Befindet sich ferner ein leuchtender Punkt in der Axe, u in der Entfernung a vor der ersten Linsenfläche (welche Cornea ist), so ist in der letzten Gleichung a negativ men, und so ergiebt sich

$$b_2 = \frac{(8,2) - a(8,1)}{(9,2) - a(9,1)} \cdot n_2 \ldots . \quad \text{VIII.}$$

Wie man sieht, hängt $b_2$ bloss von a und von der tung des Linsensystems ab, aber keineswegs von dem welchen der einfallende Strahl mit der Axe bildet. Das dene $b_2$ gilt somit für alle Strahlen, die der leuchtende aussendet, vorausgesetzt nur, dass sie unendlich kleine Win der Axe bilden; d. h. der leuchtende Punkt wird sich in de fernung $b_2$ abbilden.

Für die mittleren Dimensionen des Auges nach Trevi ergab sich nach dem angeführten Abschnitt

$$(8,2) = -2{,}59423 \quad \log.\ (8,1) = 9{,}85751$$
$$(9,2) = +0{,}92761 \quad \log.\ (9,1) = 9{,}10692$$
$$\log.\ n_2 = 0{,}12581$$

Hierbei liegt die pariser Linie zum Grunde, und in dieser muss auch die Entfernung a ausgedrückt werden. $b_2$ ist v hinteren Fläche der Crystalllinse gemessen; addirt man 3,'''571, so erhält man die Entfernung der Bilder von de nea aus.

Aus der Gleichung (VIII) ergiebt sich nun:

| a in Zollen | $b_2$ in Linien | $b_2$ von der Cornea |
|---|---|---|
| ∞ | 7,523 | 11,094 |
| 30 | 7,755 | 11,326 |

| a in Zollen | $b_2$ in Linien | $b_2$ von der Cornea |
|---|---|---|
| 15,3 | 7,986 | 11,557 |
| 10,4 | 8,218 | 11,789 |
| 7,9 | 8,450 | 12,021 |
| 6,5 | 8,681 | 12,252 |
| 5,5 | 8,913 | 12,484 |
| 4,8 | 9,144 | 12,715 |
| 4,3 | 9,376 | 12,947 |

Anmerk. Sollte man es zu angenäherten Rechnungen bequemer finden, eine einzige brechende Fläche, die Cornea, anzunehmen, so könnte diess geschehen, wenn man den Radius derselben 3''',39 beibehielte, der Substanz aber einen Brechungsindex 1,4416 = n beilegte. Die Entfernung der Bilder von der Cornea würde dann $\frac{nra}{(n-i)\,a-r}$ betragen, d. h. für a = ∞ 11''',07,

= 30'' 11,31,

= 4'',3 13,00,

welches eine genügende Uebereinstimmung gewährt.

Wie man aus den angegebenen Werthen von $b_2$ sieht, trifft selbst im günstigsten Fall das Bild die Retina nicht, sondern bildet sich erst später. Der günstigste Fall ist der, wo das Object unendlich entfernt; dann liegt sein Bild 11''',09 hinter der Cornea, während die Retina nur 9''',83 davon entfernt ist. Daraus jedoch darf man nicht folgern, wie es Einige gethan haben, dass unsere Lehre vom Sehen, nach welcher deutliche Bilder auf die Retina fallen müssen, unrichtig sei, sondern nur dass die Dimensionen des Auges oder das Brechungsverhältniss der einzelnen Theile desselben nicht genau genug bestimmt seien. Wie liesse sich auch eine grosse Genauigkeit bei so schwierigen Messungen und bei einem Theile, der nach dem Tode Veränderungen unterworfen ist, erwarten? Nach Vallée *) soll die Differenz der Rechnung mit der Wirklichkeit daher rühren, dass der Glaskörper nicht homogen sei, vielmehr aus Schichten bestehe, welche nach hinten an Dichtigkeit zunehmen. Diess wäre eine der vielen möglichen Erklärungen, welche nur das eine gegen sich haben, dass sie nicht

*) Vallée: Mémoire sur la théorie de l'oeil. 3me. Siehe Comptes rendus hebd. Paris. Tome XIV. pag. 481.

thatsächlich nachgewiesen worden. Uebrigens bringt es dieses Gegenstandes (die Entfernung der Bilder von de mit sich. dass man für jetzt von den ferneren Unters wird abstrahiren müssen; es würde z. B. kaum lohnen genthümlichen Bau der Linse, die nicht vollkommene S der Flächen des Auges in Betracht zu ziehen. Auch vorläufig genöthigt, die mittleren Dimensionen aus de gen an vielen Augen anzuwenden, obgleich Krause viranus sonst mit Recht bemerken, dass man eigentl Auge für sich zu betrachten habe.

Was nun die Adaptirung des Auges betrifft. so l in dieser ganzen Sphäre kaum ein Thema finden, übe verschiedenartigere Ansichten aufgestellt seien. Ja wir gleich von vorn herein der Meinung ausgezeichneter ( nach welcher das Auge in allen Entfernungen, mit Ausn gar zu kleinen, deutlich sehe, ohne dass wesentliche Ve gen in den Refractionsverhältnissen eintreten sollen. will in neuester Zeit an der Crystalllinse des Ochsen b haben, dass sie convergente, parallele und divergente St einer und derselben Entfernung vereinige, und läugn nach jede Adaptirung! (Comptes rendus etc. Mai 184? sichten dieser Art sind jedoch nicht haltbar. Man ist sch im Stande, zwei ungleich entfernte Objecte zu gleicher Z lich zu sehen, sondern nur das eine oder das andere, Hueck folgende nähere Angaben macht *). Man sehe b einem möglichst nahen (5 bis 7 Zoll entfernten) Gegenst bald nach einem weit abstehenden, und wechsele hierin als möglich. Man wird dann gewahr werden, dass es i ner grossen Zeit bedarf, um das Auge aus dem einen Zu den andern zu versetzen. Sodann bemerkt man, dass es ist, beim Fixiren eines Objects gleichzeitig ein anderes vom Axenpunkt belegenes und also eben so deutliches, z ten, als bei Betrachtung eines entfernten Objects auf d oder umgekehrt, zu achten. Man kann es durch längere sogar dahin bringen, das Auge zum Nahesehen, durch d Vorstellung desselben einzurichten, ohne dasselbe auf eine

*) A. Hueck: Die Bewegung der Krystall-Linse. Dorp pag. 20.

Gegenstand lenken zu müssen, und eben so zum Fernsehen. Hueck, Joh. Müller und Volkmann vermögen diess. Der erstere giebt an, dass um die Adaptirung für die Ferne, bei einem nahe gehaltenen Gegenstand und trotz desselben, zu erreichen, er so thue, als wolle er durch den Gegenstand hindurchsehen. Sind es Buchstaben, so erscheinen sie dann, wegen der Zerstreuungskreise, schattig. Dergleichen Versuche muss man nur mit einem Auge, während das andere geschlossen ist, anstellen, weil sonst Doppelbilder entstehen würden.

Anderweitige Thatsachen, welche die Nothwendigkeit der Adaptirung darthun, findet man ausser bei Hueck auch bei Burow *), Volkmann **) und in Joh. Müller's Betrachtung des Gesichtssinnes ***).

Ich selbst habe über die Adaptirung etwas anzuführen, wodurch sie so gut wie unzweifelhaft bewiesen wird, nämlich den Nutzen derselben, auf den bis jetzt meines Wissens noch nicht aufmerksam gemacht worden ist. In dem Abschnitt über das Schätzen der Entfernungen u. s. w. werde ich zeigen, dass erhebliche Vortheile dem Sehen aus dieser Adaptirung erwachsen, und dass das Auge sogar ein feines Gefühl von der Adaptirung habe.

Obgleich das Auge sich adaptirt, so muss man sich doch vor dem Irrthum hüten, in den mehrere Autoren bei dieser Gelegenheit gefallen sind, indem sie nämlich ein Bild von geometrischer Genauigkeit auf der Retina voraussetzen. Diese Voraussetzung ist den bekannten Thatsachen so widersprechend, dass selbst diejenigen, die sie theilen, genöthigt sind, in der Anwendung eine bedeutende Milderung eintreten zu lassen. Sie sagen, ein normales Auge sehe die Gegenstände in allen Entfernungen, (mit Ausnahme der zu kleinen) vollkommen deutlich. Was verstehen sie hierunter? Kann man irgend einem Auge eine vollendet deutliche Wahrnehmung zuschreiben, wenn jeder den Gesichtswinkel vergrössernde Apparat die Gegenstände anders zeigt, als sie mit blos-

---

*) Burow: Beiträge zur Physiologie und Physik des menschlichen Auges. Königsberg 1841.

**) Volkmann: Neue Beiträge zur Physiologie des Gesichtssinnes. Leipzig 1836.

***) J. Müller: Handbuch der Physiologie des Menschen. Coblenz 1838. Band 2. Abtheil. 2.

sem Auge gesehen werden können? Das gute Auge, f
fort, sieht z. B. in allen Entfernungen die Linie als L
etwa auf Papier gezogene Linie ist nun aber keine Lini
des Mikroskop beweiset. Diess ist zu offenbar, als dass
rücksichtigt hätte bleiben können, und man lässt also
fication jener Voraussetzung vollkommen deutlicher Bil
ten. Man spricht ausser von Deutlichkeit auch von Sc
Wahrnehmung; die Unregelmässigkeiten der Linie werden
angiebt, deshalb nicht wahrgenommen, weil ihr Bild au
tina zu klein ausfällt und weil Bilder, welche eine
Grösse nicht erreichen, auch nicht mehr percipirt werd

Die Unterscheidung von Deutlichkeit und Schärfe
sich sehr wohl gefallen lassen. Die Deutlichkeit wird abh
der Anordnung der brechenden Substanzen des Auges;
der Wahrnehmung wird von der Empfindlichkeit d
von der Feinheit und der gedrängten Lage der Nervene
aus denen sie besteht, abhängen. Beide Momente sind
sehr verschieden; allein wie wird man sie in dem E
unterscheiden? Dieses Endresultat ist kein anderes, als
vollkommen percipirter Gegenstand. Wozu würde nun
absolute Deutlichkeit dienen, wenn die Schärfe nicht a
und auch nicht wohl absolut sein kann, da ja die Ne
doch keine mathematischen Punkte sind. (Siehe über d
genstand auch Volkmann in dem angef. Werke p. 118

Lässt sich nichts anführen, woraus die Nothwendi
metrisch genauer Bilder im Auge erhellte, so ist der Bew
Gegentheil, dass nämlich diese Bilder unvollkommen se
leichter. Das Auge ist nicht achromatisch. Man
immer farbige Ränder, wenn man Doppelbilder hat, se
man mit einem Auge durch zwei feine Oeffnungen na
Gegenstand sieht, oder auf die gewöhnliche Weise mit b
gen Doppelbilder hervorbringt. Sind diess Farbensäume
richtiger Vereinigungsweite, so hat Frauenhofer den M
Achromasie direct bei richtig adaptirtem Auge nachgew
Er liess nach und nach die Farben des Spectrums in
rohr eines Theodolithen fallen, und den Micrometerfaden

*) Gilbert: Annalen der Physik. Band 56 pag. 314.

leuchten. Geschah diess durch das rothe Licht und war das Ocular so gestellt, dass der Faden deutlich gesehen wurde, so sah man ihn nicht, wenn die Beleuchtung durch blaues Licht bewirkt wurde. Das Ocular musste dem Faden jetzt näher gerückt werden, und zwar um mehr als das Doppelte der Längenabweichung wegen der Farbenzerstreuung der Ocularlinse. Fraunhofer fand, dass in seinem Auge parallele, also aus unendlicher Entfernung kommende, rothe Strahlen dieselbe Vereinigungsweite hatten als blaue, welche im Mittel aus einer Entfernung von 20,6 Zoll divergirten. (Die einzelnen Beobachtungen an zweien Ocularen aus Crownglas und zweien aus Flintglas gaben 23,"7. 21,"3. 19,5 ",9.) Auf den Antheil, den die Farbenzerstreuung der Linse hat, ist hierbei Rücksicht genommen.

Für die nicht vollkommene Deutlichkeit der Bilder im Auge spricht dann ferner die Irradiation, oder die Ausbreitung des Lichts auf der Retina, jene wohlbekannte Thatsache, dass helle Gegenstände uns zu gross erscheinen. Die Theorie, welche man hierüber gewöhnlich aufstellt, sieht in dem Phänomen der Irradiation eine eigenthümliche Wirkung der Retina, vermöge welcher Theile derselben von benachbarten mit erregt werden, und es ist möglich, dass die Voraussetzung vollkommen deutlicher Bilder durch den brechenden Apparat des Auges, von der man als unbezweifelt ausging, eine Theorie dieser Art aufstellen liess. Ich werde später in einem eigenen Abschnitt zeigen, dass keine Erscheinung über die Irradiation bis jetzt bekannt sei, welche eine eigenthümliche Wirkung erkennen liesse, dass vielmehr der Mangel deutlicher Bilder zur Erklärung hinreichend sei. Wie es nun hiermit auch stehen mag, so ist jedenfalls eine Irradiation im Auge vorhanden, und daher kann wiederum von vollkommen deutlichen Bildern nicht die Rede sein. Die Wahrnehmung macht hierüber leicht. Man betrachte das Bild in einer mässigen camera obscura, und man wird es für ein sehr deutliches halten; wendet man jedoch eine Blendung an, so wird man bald sehen, dass man die Deutlichkeit überschätzt habe. Auch bei einer guten camera obscura ist es aus mangelnder Uebung keine leichte Sache, sie auf ein Object gehörig einzustellen, und man ist innerhalb eines mehr oder minder grossen Intervalls über den eigentlichen Ort des Bildes ungewiss, zum Beweise, dass un-

ser gewöhnliches Urtheil über die Deutlichkeit kein
res sei *).

Nachdem wir nunmehr das Vorhandensein der
nachgewiesen, kömmt es darauf an, messende Beobacht
über anzustellen. Wenn man nach Porterfield's An
weissen Faden auf schwarzem Grunde ausspannt,
des Fadens sieht, so erscheint derselbe bekanntlich e
als Faden erst von einer gewissen Entfernung ab, und
während eines verschiedentlich grossen Intervalls. Vo

---

*) Bei dieser Gelegenheit will ich ein Paar Worte über len einer camera obscura hinzufügen, ein Gegenstand, der in nicht ohne Wichtigkeit ist. Lambert hat in den Abhan Berliner Akademie aus dem vorigen Jahrhundert die Frage bel her es rühre, dass die Bilder, welche die convexe Linse gi Tafel zu kleben scheinen, und keinen perspectivischen Eind bringen. Ich habe den Aufsatz nicht zur Hand, und erinne der Aufgabe, aber nicht der Art, wie Lambert sie gelöst hat tige Lösung ist aber jedenfalls diese: Die gute Linse, d. welche von den Abweichungen möglichst frei ist, giebt ein sches Bild; bei dem Bilde einer schlechten Linse mit zu gro mangelt dieser perspectivische Eindruck und es scheint wie a zu kleben, worauf man es fallen lässt. Das Auge überträgt theil auch auf photographische Bilder, die mittelst solcher L fertigt worden sind. Daher reicht zu einem vollendet treue gute Linse noch nicht hin, sie muss auch sehr scharf eingest Und diess eben ist schwieriger, als man glaubt; es ist mir mi nen Doppellinse, welche Voigtländer und Sohn in Wien sor Petzval anfertigen, erst nach längerer Uebung gelungen, nach meinen Erfahrungen Anderen gar nicht. Es ist also den so leicht, innerhalb eines gewissen Intervalls, die verschiedene Deutlichkeit zu beurtheilen, und das darf bei manchen Fragen, die ü aufgestellt werden, nicht übersehen werden. Wenn man eine Lin scharf einstellen will, so finde ich es am zweckmässigsten, Zahn durch welchen dieselben jetzt gewöhnlich bewegt werden, wenden, denn diese Bewegung ist wegen des todten Ganges sig und springend. Viel besser ist es, wenn man die Bewe Drehen eines Rohres in einem andern bewirkt. Das Aug dann, wenn man es unabänderlich auf einen feinen Theil des (wo möglich stets auf denselben), die auf einander folgende Deutlichkeit, und die Hand bringt leichter denjenigen zurück, d für den höchsten erkannte. Loupen thun hierbei gute Dienste wenn sie mittelst einer Röhre auf der matten Glastafel aufges und alles seitwärts kommende Licht abhalten.

diesem Intervall erscheint der Faden flächenhaft ausgebreitet,
l die Ausbreitung nimmt zu, je weiter von derselben entfernt
Faden fixirt wird. Sonach erhielte man hierbei eine untere
l eine obere Gränze für die Adaption, und man könnte z. B.
en: das Auge adaptire sich für Gegenstände, welche 5 bis 6
l entfernt seien. Dem Vorhergehenden zufolge kann jedoch
rmit nicht gemeint sein, dass in diesem Intervall der Faden
llkommen deutlich gesehen werde; das wird er niemals.
ıdern es kann darunter nur verstanden sein, dass innerhalb
ser Gränzen die Undeutlichkeit nicht bedeutend genug sei, den
len und ähnliche (vollends grössere) Objecte in der Wahrneh-
ng sehr zu verändern.

Inzwischen ist es mir nicht geglückt, auf diese Weise zu ir-
d genauen Werthen zu gelangen, und ich wandte mich an die
cheinung der Doppelbilder, welche mittelst zweier feinen Oeff-
ıgen von einem Gegenstande erhalten werden, der zu nahe oder
entfernt ist, als dass seine Strahlen sich auf der Retina selbst,
l nicht vielmehr hinter oder vor ihr vereinigen. Auch bei die-
ı, von Scheiner angegebenen Experiment giebt es eine obere
l untere Gränze, zwischen welchen das Object einfach er-
eint, und auch für diese Gränzen gilt das, was so eben bei
ähnlichen Erscheinung des Fadens bemerkt worden ist.

Auf einer messingenen Skale von 18 Zoll Länge war eine
ıe Spitze mittelst eines Index zu verschieben; an dem Anfang
Skale befand sich eine Metallscheibe mit zweien feinen Oeff-
ıgen, durch welche gegen eine weisse, dem Tageslicht ausge-
:te Tafel, visirt wurde. Die Spitze, welche bei zu grosser
ıe doppelt erscheint, wurde allmählig entfernt, bis sie ein-
ı erschien; hierauf so weit weggeschoben, dass sie wiederum
ıpelt wurde und dann allmählig genähert, bis beide Bilder
ammenfielen. Trotz angewandter Sorgfalt war ich aber auch
:bei nicht im Stande, gut zusammenstimmende Werthe zu
alten, und ich theile, diess nachzuweisen, von vielen Beobach-
gsreihen, die ich anstellte, eine mit, welche rasch hinter ein-
ler ausgeführt wurde.

| Einfaches Bild | | | |
|---|---|---|---|
| beim Entfernen der Spitze | | beim Nähern der Spitze | |
| in 4″ | 9,‴5 | 5″ | 1,‴ |
| 4 | 11,5 | 6 | 1, |
| 5 | 5, | 5 | 3,5 |
| 4 | 8, | 6 | 0, |
| 5 | 5, | 5 | 8,8 |
| 5 | 1,5 | 5 | 11,5 |
| 5 | 1,5 | 6 | 1, |
| 5 | 4,5 | 6 | 5,2 |
| Mittel 5″ | 1,‴3 | 5″ | 10,‴ |

Ich glaube zweien Umständen den wenigen Versuche zuschreiben zu müssen. Einmal ist es vor Einfluss, wenn die beiden Oeffnungen vor der Pupil werden, und zwar desshalb, weil die Crystalllinse a geringeres Brechungsverhältniss hat, als mehr nach Hiervon überzeugt man sich leicht. Man stelle die S sie einfach erscheine, und verschiebe nun die beiden durch welche man sieht, längs der Pupille, so w Spitze bald einfach, bald doppelt sehen, und verde eine oder andere Oeffnung, so überzeugt man sich, d der Pupille eine geringere Brechungsfähigkeit vo muss. Es kömmt daher bei diesen Versuchen viel ä änderliche Stellung des Auges gegen die beiden Oe Um diess so gut als möglich zu erreichen, verfuhr ich das Auge hinter der Scheibe hin und her bew beiden Spitzen und die hellen Kreise, in welchen si scheinen, gleiche Lichtstärke besassen. Der zweite st stand ist der, dass die Feuchtigkeit, mit welcher die C zogen ist, namentlich bei fortgesetzten Versuchen ein gelmässe Gestalt annehmen mag. Sähe man mit freie würde der störende Einfluss solcher Stellen verschwin jedoch, wenn man durch feine Oeffnungen sieht, wo Unregelmässigkeiten sich sehr geltend machen können.

Wenn auch durch diese Versuche, die ich auch v Personen anstellen liess, das fragliche Intervall mit kei Genauigkeit gefunden werden kann, so scheint doch so viel gewiss, dass für die meisten der vorkommen

solches Intervall vorhanden sei. Es ist nicht richtig, wenn rere Physiologen und Physiker der Meinung sind, dass bei dem nannten normalen Auge von einem dergleichen Intervall nichts komme, dass dieses Auge vielmehr von einer gewissen verhält-mässig kleinen Entfernung ab bis ins Unendliche die Spitze ch zwei Oeffnungen einfach sehen würde. Wir werden so-ch nachweisen, auf welche Art sich die verschiedenen Augen Bezug auf dieses Experiment verhalten und wollen vorläufig bemerken, dass bis jetzt nichts bekannt sei, welches einen ifischen Unterschied zwischen den verschiedenen Augen auf-ellen berechtigte. Mit Bezug auf die im Leben am häufigsten kommende Gegenstände ist allerdings das Auge das brauch-te, welches die Objecte weder in zu grosse Nähe bringt noch elben zu weit entfernt, und die meisten Beschäftigungen (Lesen, eiben u. s. w.) sind auch den Anforderungen dieses Auges ge-eingerichtet. Allein doch ist, optisch genommen, kein er-icher Unterschied zwischen diesen Augen und den kurzsichti- und obgleich diese letzteren einen so kleinen Spielraum haben, chtigt bis jetzt nichts, ihnen eine kleinere Adaptionsfähigkeit schreiben.

Die zu Anfang dieses Abschnitts mitgetheilte Tafel über die ernung der Bilder $b_2$ für gewisse Entfernungen der Objecte ich nämlich so eingerichtet, dass die aufeinanderfolgende the von $b_2$ die constante Differenz 0''',2316 haben. Ich le diese Differenz das Maass der Adaptionskraft nennen und ussetzen, dass, wenn bei irgend einem Auge Bilder in der be-mten Entfernung $b_2$ deutlich seien, das Auge die Fähigkeit sich so zu verändern, dass es andere Bilder in der Entfer- $b_2 + 0''',2316$ mit gleicher Deutlichkeit sehe. Wenn dies Fall ist, so wird nach jener Tafel ein Auge Objecte deutlich n:

in der Entfernung von 4'',3 bis 4,8
— — — — — 10,4 — 15,3 u. s. w.
— — — — — 30'' — $\infty$

wäre also ein sehr verschiedener Spielraum der Adaptirung, rend die zu Grunde liegende Kraft doch dieselbe ist, nur der ct dieser Kraft ist verschieden, und das ist im Allgemeinen de dasjenige, was die Erfahrung zeigt.

Es versteht sich hierbei von selbst, dass wir auf die Differenz

in der Bildweite von 0''',2316 gerade kein besond
legen, obgleich dieselbe von der Wahrheit nicht viel
dürfte. Wir brauchen ferner nicht zu wiederholen, d
die Absicht haben, das in Rede stehende Intervall de
für ein solches auszugeben, innerhalb welches die
kommen deutlich seien, sondern nur für dasjenige I
nerhalb welches Bilder von relativ kleinen Gegen
wesentlich verändert erscheinen. Ich kann keinen a
mit dem verbinden, was man bei den Wahrnehmung
Deutlichkeit nennt. Es wird auch gut sein zu be
die Entfernungen, in welchen die Spitze einfach er
diejenigen sind, in welchen das betreffende Auge die
Beschäftigungen vornimmt, dass vielmehr die Kur
Gegenstände mehr entfernen, wahrscheinlich weil die
deutlichkeit durch den Vortheil aufgewogen wird,
ohne Anstrengung gebrauchen zu können. Endlich
noch darauf aufmerksam machen, dass die Hypot
gleichen Adaptionskraft der verschiedensten Augen
gewöhnlich vorkommenden gilt, und durch einzeln
mit einem überwiegend grossen oder kleinen Adap
nicht wohl widerlegt werden kann.

Was die Behauptung betrifft, dass es auch für d
Augen eine Gränze geben wird, jenseits welcher si
durch zwei Oeffnungen wiederum doppelt sehen, so
sagt, vorauszusehen, dass sie bei der Vorstellung, di
von der Natur dieser Augen hat, Widerspruch er
Dass er jedoch nicht begründet wäre, ersieht man s
dass wenn ein solches Auge durch ein stark vergr
kroskop sieht, es eben so genau einstellen muss als
Augen, was freilich nur dann wird gehörig beachtet
nen, wenn es sich um das Erkennen sehr kleiner
handelt, die gewissermassen die Gränze der Leistunge
ments bilden. Ausserdem spricht für die Richtigke
hauptung Volkmann, welcher sich so äussert *): „
hat Unrecht, wenn er den entscheidenden Versuch
nur für kurzsichtige Augen gültig hält. Ich habe ge

*) Im angef. Werke pag. 121.

ich die weitsichtigsten Menschen durch zwei Kartenlöcher ein nreichend entlegenes Object doppelt sehen."

Und endlich lassen die Untersuchungen Burow's*) hierüber inen Zweifel zu. Er hat über die Adaptionsfähigkeit im Allgeeinen dieselbe Ansicht, als vorher entwickelt worden, und hat i vielen Individuen mit einem ähnlichen Instrument, als dem schriebenen, Versuche über das Adaptionsintervall angestellt. Burow führt an, und es ist zur Beurtheilung der folgenden, von m an 11 Individuen gefundenen Werthe nöthig zu wissen, dass otz der Einfachheit des Experiments es nur wenige Menschen be, die nicht zu ungeschickt wären, es anzustellen.)

| Einfaches Bild | |
|---|---|
| beim Entfernen der Spitze | beim Nähern der Spitze |
| in 2″ | 2″,9 |
| 4,3 | 6,7 |
| 5,8 | 9,2 |
| 6,5 | 12,5 |
| 6,8 | 12,5 |
| 7,3 | 13,3 |
| 8,3 | 15, |
| 9,2 | 16,3 |
| 12,3 | 20,5 |
| 15, | 50, |
| 21,7 | ∞ |

Einige dieser Zahlen sprechen für die vorausgesetzte Differenz n 0‴,2316 in dem Werthe von $b_2$; andere entfernen sich da-n, was bei der Natur solcher Beobachtungen nicht anders erartet werden kann. Da, wo es im Folgenden einer positiven nahme bedarf, werden wir es bei der unsrigen bewenden lassen.

Was die Art betrifft, wie die Adaptirung im Auge vor sich geht, giebt es darüber so viele Ansichten, als möglich sind. Die Verlänrung und Verkürzung des ganzen Augapfels, die Veränderung des dius der Cornea, der Entfernung zwischen Cornea und Linse, der Raen dieser letzteren und endlich Veränderungen des Brechungsverhältsses hat man zum Behuf der Adaptirung in Anspruch genommen, und

*) Im angef. Werke pag. 164.

wir wollen zuvörderst die eine oder andere dieser Ansi
die Rechnung verfolgen.

Was die Veränderung der Axe des Augapfels
müsste dieselbe 0''',2316 betragen, wenn das Auge ir
besprochenen Intervalls sich adaptiren sollte.

Was die Veränderung in dem Radius der Corne
so kann man sie auf folgende Art finden. Zwische
hatten wir zu Anfang dieses Abschnitts die Gleichung

$$b_2 = \frac{(8,2) - a\,(8,1)}{(9,2) - a\,(9,1)}\, n_2 \;\ldots\ldots\; \text{VIII.}$$

Man setze $(8,1) = (1)\,(8,2) + (8,3)$
$(9,1) = (1)\,(9,2) + (9,3)$,

und der Kürze halber $\frac{b_2}{n_2} = p$.

so erhält man $(1) = -\,\frac{(8,3) - p\,(9,3)}{(8,2) - p\,(9,2)} + $ ...

Nun ist $(1) = \frac{n-1}{r}$ und r der Radius der Co
kann aus dieser Gleichung für beliebige Werthe von a
entsprechende Halbmesser der Hornhaut gefunden wer

Wir wollen diese Gleichung zuerst benutzen r f
zu bestimmen, dass das Bild eines unendlich entfernter
des genau auf die Retina falle. Nach den angegebene
Dimensionen des Auges müsste also für $a = \infty$

$b_2 = 6''',26$ sei
mit findet sich $r = 2''',884$,
während im Mittel der Radius der Hornhaut = 3'',3
worden ist. Mile ist nun auch der Meinung, dass die
unsern Rechnungen zu Grunde liegende Radius zu
und dass überhaupt, wenn die Bilder nach der Rech
auf die Retina fallen, dies von der Veränderung des
Halbmessers nach dem Tode herrühre. Er giebt an, d
das Auge lebender Menschen gehaltener Kartenausschni
Radius mit der Corneakrümmung der meisten Augen
scheine, dass dagegen einer von 3''',3 zu gross sei *).
sich wirklich so verhält, so muss der Radius noch kl
nommen werden, denn Mile hat sicherlich mit dem

*) Mile: Ueber die Richtungslinien des Sehens. Po
Bd. 42. pag. 61.

schnitt die Cornea nicht berührt, wegen der Empfindlichkeit der sie überkleidenden Conjunctiva.

Die Gleichung IX. kann man ferner benutzen um die Veränderung im Radius der Cornea zu berechnen, damit das Auge sich für das oben besprochene Intervall adaptire.

Man setze z. B. $a = 30'' = 360'''$

$b_2 = 7''',5232$ (ein Werth, welcher für das unveränderte Auge der Entfernung $a = \infty$ zugehört), so erhält man $r = 3'''.298$.

Die Veränderung des Hornhauthalbmessers von beiläufig $\frac{1}{10}$ Linie würde also die Adaptirung innerhalb des bezeichneten Intervalls erklären.

Eine andere, jetzt viele Anhänger zählende Hypothese lässt die Distanz zwischen Cornea und Linse variiren, und auf folgende Weise würde man die nöthige Rechnung hierüber anstellen. Man setze in IX für (8,2), (2) (8,3) + (8,4)

„ (9,2), (2) (9,3) + (9,4)

und erhält $$(2) = -\frac{(8,4) - p\,(9,4)}{(8,3) - p\,(9,3)} + \frac{a}{1 - (1)\,a} \quad \ldots\ldots \text{X}$$

Nun ist $(2) = -\frac{d}{n}$, wo d die Entfernung der vorderen Linsenfläche von der Cornea bedeutet; also giebt die letzte Gleichung für beliebige Werthe a und $b_2$ den entsprechenden von d.

Wenn man die Adaptirung durch die Verschiebung der Linse erklären will, so lässt sich zur Berechnung der nöthigen Veränderung die letzte Gleichung nicht unmittelbar anwenden. Da nämlich $b_2$ von der Hinterfläche der Linse gezählt wird, so verändert sich diese Grösse zu gleicher Zeit mit d. Inzwischen verfahre man so. Man setze für d $d - x$,

für $b_2$ $b_2 + x$,

indem man voraussetzt, dass $b_2$ von demselben Ort als bisher gezählt werde, also von einem Punkte in der Axe des Auges, welcher $3''',571$ hinter der vorderen Hornhautfläche liegt. Für diese Werthe wird die Gleichung X in Bezug auf x vom zweiten Grade, und zwar:

$$\frac{1}{n}\,x^2 - \left\{\frac{B}{n} + A - \frac{(9,4)}{(9,3)}\right\} x = n_2\,\frac{(8,4)}{(9,3)} - b_2\,\frac{(9,4)}{(9,3)} - A.\,B \ldots \text{XI}$$

wo mit A die Grösse $\frac{d}{n} + \frac{a}{1 - (1)\,a}$

mit B die Grösse $n_2 \frac{(8,3)}{(9,3)} - b_2$ bezeichnet worden ist.

Für angenommene Werthe von a und $b_2$ erhält man hieraus x. Es sei z. B. a = 360''',

$b_2$ = 7''',5232,

so ergiebt die Gleichung XI den positiven Werth x = 0''',5583 der zweite Werth wird negativ und fiele ausserhalb des Auges.

Die Linse müsste also um etwas mehr als ½ Linie der Cornea genähert werden, wenn das Auge in 30 Zoll so deutlich sollte sehen können als in unendlicher Entfernung. Berechnet man die übrigen Adaptionsintervalle, so findet man nahe dieselbe Verschiebung von ½ Linie. Diese Art, die Adaption durch Verschiebung der Crystalllinse zu erklären, ist nicht neu; schon Kepler, Scheiner, Jurin, Porterfield, Camper nahmen sie an; aber erst in neuerer Zeit scheint sie bei den Physiologen die herrschende zu werden, wozu die gründlichen und umfassenden Untersuchungen Hueck's in dem bereits citirten Werke viel beitragen werden. Auch Burow theilt diese Ansicht und Joh. Müller scheint ihr nicht abgeneigt, obgleich er mit Recht bemerkt, dass in Bezug auf den Vorgang beim Adaptiren der Stand der Frage der ist, dass verschiedene Weisen der Erklärung möglich seien, ohne dass gerade die Richtigkeit einer besimmten vorliege.

Hueck führt für die von ihm am ausführlichsten entwickelte Ansicht folgende wichtige Beobachtungen an *):

Es stelle sich der zu Beobachtende, dessen Auge wohl gebildet und weder kurzsichtig noch fernsichtig sein muss, an das Fenster, bei einer so hellen Beleuchtung, dass die Pupille sich in Nah- und Fernsehen nicht ändert. (?) Er schliesse das eine Auge und sehe nun bald auf einen 5 Zoll nahen, bald auf einen entferntern Punkt. Hierbei ist genau darauf zu achten, dass beide Punkte sich in der Augenaxe befinden, und der bulbus durchaus unbeweglich bleibe. Jetzt stelle sich der Beobachter zur Seite des zu beobachtenden Auges, so dass er durch die Hornhaut die Iris deutlich im Profil sieht. Sind nun alle diese Bedingungen genau beobachtet worden, so sieht man, sobald sich das Auge für den nahen Gegenstand anpasst, die Vorderfläche der Iris in der Mitte gewölbt hervortreten, dagegen, sobald das Auge in die Ferne

*) Am angef. O. pag. 60.

blickt, sich wiederum abflachen. Solche Versuche hat der Verfasser an 19 Individuen in dieser Weise angestellt, von denen 6 etwas kurzsichtig waren; er sah bei allen das Hervorwölben, nur in verschiedenem Maasse. Bei jungen Personen mit normalem, gesundem Auge und stark gewölbter Hornhaut war das Hervortreten sehr deutlich und betrug, mit einem Glasmikrometer gemessen, 0.‴5 bis 0,‴75. Bei zwei sehr scharf, und nah wie fern deutlich sehenden Individuen mit einer kleineren Iris und mehr flacher Hornhaut erschien während des Fernsehens die Iris in der Mitte fast vertieft und wölbte sich nur um 0,‴4; bei Kurzsichtigen erschien die Iris auch beim Fernsehen etwas gewölbt und das Hervortreten war gering. — Aehnliche Erfahrungen, auf eine sehr scharfsinnige Weise an Thieren angestellt, ergaben dem Verfasser ähnliche Resultate.

Hueck ist der Meinung, dass das Accommodationsvermögen, welches sich also nach ihm in einer Verschiebung der Linse äussert, beim Fernsehen ruhe und nur beim Nahesehen thätig sei. Denn im Fernsehen, wenn das Auge nicht gerade scharf fixirt werde, ermüde das Auge nicht; ferner lähme anhaltendes Fernsehen die Accomodationskraft, weil sie dabei nicht geübt wird. Diese Thatsachen liessen sich, wie mir scheint, wohl auch durch Muskelbewegung erklären; der grössere Zwang beim Sehen naher Gegenstände liesse sich erklären durch die Nothwendigkeit, die Augenaxen mehr gegen einander zu neigen, welches mit Anstrengung verbunden ist, die Schwächung der Accomodationskraft bei anhaltendem Fernsehen durch die bekannte Erfahrung, dass Muskelbewegung einer steten Uebung bedarf, wenn sie nicht an Feinheit und Leichtigkeit verlieren soll. Auch der Umstand, den Hueck zur Unterstützung seiner Behauptung anführt, dass das Auge im Tode für die Ferne adaptirt, die Linse also zurückgeschoben sei, scheint nicht gerade entscheidend zu sein. Denn im Tode, wie im Schlafe, sind die Augen nach innen und oben gerichtet und hierzu gehört dann eine kleine Pupille und eine Adaption für die Nähe. Ich führe diess an, weil es mir scheint, dass ich gerade beim Fernsehen eine Anstrengung mache, und weil Hueck selbst an sich beobachtet hat, dass wenn er sein Auge für ein entferntes Object bei vorgehaltenem nahen adaptiren wolle, er so thue, als wollte er das nahe Object durchbohren. Diess innere Gefühl glaube ich bei demselben Bestreben gleichfalls

zu haben, und es spricht ausserdem nicht für die in Rede stehende Erklärung des Adaptirens, weil die Linse beim Sehen in die Ferne zurückgezogen werden muss. Allein es ist mit solchen inneren Gefühlen eine eigene Sache; sie sind meist zu unbestimmt, als dass man grosses Gewicht darauf legen dürfte. Volkmann hat gegen die fragliche Theorie der Adaptirung einen scharfsinnigen Einwand gemacht *). Er giebt an, dass wenn bei einer gewissen Entfernung der Crystalllinse von der Cornea, zwei Objecte, die nicht in der Augenaxe liegen und also durch indirectes Sehen wahrgenommen werden, sich decken, diese Deckung aufhören muss, wenn die Linse ihre Lage ändert. Theoretisch ist diese Bemerkung vollkommen richtig. In dem folgenden Abschnitt haben wir die Lehre von den optischen Hauptpunkten im Auge entwickelt und gefunden, dass dieselben 3,'''193 und 3,'''27 von der Cornea entfernt liegen, wobei vorausgesetzt ist, dass die Vorderfläche der Linse um 1,531 von der Hornhaut abstehe. Bewegt sich nun aber die Linse, wie vorher berechnet worden, um 0,'''5583 nach vorn, dann liegen die beiden Hauptpunkte 3,'''040 und 3,'''140 entfernt, und daher hat nicht allein die frühere Deckung seitlicher Objecte aufgehört, sondern auch die Grösse des Bildes eines und desselben Objects auf der Retina wäre verändert und zwar vergrössert. Volkmann hat nun durch Versuche gefunden, dass trotz der verschiedenen Adaptirung zwei Objecte nicht aufhören sich zu decken. Inzwischen scheinen Versuche dieser Art wenig beweisend, weil die Unterschiede, um die es sich hier handelt, erstens unbedeutend sind und dann zweitens durch Versuche mittelst indirecten Sehens nicht ermittelt werden könnten. Wir verweisen wegen der Versuche bei indirectem Sehen auf den folgenden Abschnitt.

Was nun die Verschiebung der Linse betrifft, so kömmt man überein, sie durch den Ciliarkörper bewirken zu lassen. Nach Hueck's Untersuchungen **) hat derselbe mit der Iris einerlei Structur, so dass man die Contractilität, welche der letzteren unzweifelhaft zusteht, auch auf ihn übertragen darf. Die Zusammenziehung des Ciliarkörpers treibt also die Linse nach vorn und

---

*) A. W. Volkmann: Neue Beiträge zur Physiologie des Gesichtssinnes. Leipzig 1836. pag. 179.

**) Am angef. Orte. pag. 104.

soll nach Hueck ausserdem die Convexität der Linse vergrössern. Der Theil der wässrigen Flüssigkeit, welcher durch die Lageveränderung der Linse aus seiner Stelle verdrängt wird, würde von dem vorderen Fontana'schen Kanal aufgenommen werden. Diese Beschreibung des Vorgangs mag dem Physiker genügen; weiteres anatomisches Detail sehe man bei Hueck nach.

Wenn der letztere ausser einer Verschiebung der Linse beim Nahesehen auch noch eine Veränderung ihres Halbmessers für nothwendig erachtet, so bleiben andere Physiologen bei der blossen Verschiebung stehen, z. B. Burow *). Er erklärt die Bewegung der Linse durch die Turgescenz und Entleerung der Gefässe des Ciliarkörpers, und führt zur Unterstützung dieser Ansicht an, dass der Gefässbau in der Iris und dem Ciliarkörper derselbe sei, und für beide gleiche Nerven bestimmt seien.

Verlassen wir das Gebiet des mehr oder weniger hypothetischen, so sehen wir die Adaptirung in einem reellen nahen Zusammenhang mit den Bewegungen der Iris. Die Pupille erweitert sich beim Sehen in die Ferne und zieht sich zusammen beim Sehen in die Nähe, das erstere sogar unter Einwirkung eines starken Lichts, wie Joh. Müller angiebt **), und wonach die obige, gegentheilige Angabe Hueck's zu berichtigen wäre.

Die Physiologen sind über die Art dieses Zusammenhangs zwischen Adaptirung und Weite der Pupille nicht einig. Die einen leiten, wie wir angeführt haben, aus der Bewegung der Iris unmittelbar die Adaptirung her, so dass beide sich wie Grund und Folge verhalten; andere sind dieser Meinung nicht. Joh. Müller macht zu gleicher Zeit auf den Zusammenhang der Adaptirung mit der Bewegung des Augapfels aufmerksam; so wie das Auge nach innen sich bewegt, erweitert sich die Pupille, und es tritt eine Adaptirung für die Nähe ein, und umgekehrt. Es sind somit drei Phänomene, welche zusammenhängen; allein weder dieser berühmte Gelehrte, noch Volkmann sind der Meinung, dass dieser Zusammenhang der Art sei, um behaupten zu können, dass immer, wenn die Pupille sich verändert, auch eine Veränderung in der Adaptirung eintrete. Es wäre für manche Untersuchungen auf diesem Gebiet sehr wünschenswerth, diess bestimmt ver-

*) Am angef. Orte, pag. 134.
**) Am angef. Orte, pag. 330.

neinen oder bejahen zu können; wenn man jedoch erwägt, was wir oben über die Deutlichkeit der Bilder in Bezug auf die Adaptirung bemerkt haben, so scheint das eine schwierige Sache. Es ist richtig, dass die Pupille nicht bloss der Adaptirung, sondern auch der jedesmaligen Lichtstärke gehorcht, wiewohl diese letztere Function nicht ihre hauptsächlichste ist; allein es hat seine Schwierigkeit zu ermitteln, ob inmitten der Einwirkung verschiedener Lichtintensitäten die Adaptirung sich ändere oder nicht. Nachdem wir nämlich nun lange über den Act der Adaptirung und seine Nothwendigkeit gesprochen, ist es nöthig, wiederum erinnert zu werden, dass durch diese Thätigkeit keine vollkommenen Bilder hervorgebracht werden, dass man ferner kein ordentliches Maass für die Adaptirung habe, und dass dasselbe sogar, wenn es vorhanden wäre, unter Umständen schwer zu gebrauchen sein würde, wo die Lichtstärke und dadurch die Empfindlichkeit der Retina sich ändert, wo also ein Theil der jedesmal vorhandenen Zerstreuungskreise mehr oder weniger deutlich percipirt werden wird.

Man sieht aus diesem Abschnitt, dass die Frage wegen Adaptirung, trotz der Aufmerksamkeit, die ihr gewidmet worden ist, noch weit von ihrer Beantwortung entfernt ist.

---

## Ueber die Richtung des Sehens und die Grösse der Bilder auf der Netzhaut.

Die Aufgabe, welche hier zu lösen ist, kann folgendermaassen ausgesprochen werden:

Es soll die Lage eines Strahls angegeben werden, welcher alle Brechungen im Auge erfahren, sich also in dem Glaskörper bewegt, und mit der Axe des Auges denselben Winkel bildet, als vor diesen Brechungen.

Ehe wir an die Lösung dieser Aufgabe gehen, wollen wir zuerst über die in dieser Beziehung angestellten Untersuchungen berichten.

Volkmann, der überhaupt das Verdienst hat, die vorliegenden Fragen der Unbestimmtheit entrissen zu haben, in der sie bis dahin bei allen übrigen Schriftstellern zu liegen pflegten, bezeichnet durch „Sehestrahlen" gerade Linien, gezogen von einem Punkte des Bildes auf der Retina nach dem entsprechenden de-

Objects. Wenn das Auge die Gegenstände genau an ihrem Orte sieht, so muss es dieselben in der Richtung dieser geraden Linien empfinden. Volkmann stellt den Satz auf, dass diese letzteren sich sämmtlich in einem und demselben Punkt innerhalb des Auges schneiden, und nennt diesen Punkt den Kreuzungspunkt, auch Drehungspunkt, weil er weiter gefunden hat, dass das Auge bei allen seinen Bewegungen sich um diesem Punkt drehe.

Obgleich, wie Volkmann selbst sagt und wie auch einleuchtend ist, diese Sehestrahlen nur imaginäre Linien sind, so stellt er sich nichts desto weniger die Aufgabe, ihren Durchkreuzungspunkt am lebenden Auge, also durch Messungen ausserhalb des Organs, kennen zu lernen. Er glaubte diess durch ein eigenthümliches Instrument zu erreichen, dem er den Namen Gesichtswinkelmesser giebt, und welches man Tafel I. Fig. 1. abgebildet sieht. Wir theilen die Beschreibung desselben mit den Worten des Erfinders mit, welche zugleich die Vorschrift zum Gebrauch des Instruments enthalten *).

Ein Brettchen A B C D wurde bei A mit einem Ausschnitt versehen, in welchem genau die Nase passte. Dieses Brettchen setzte ich unter dem Auge in horizontaler Lage fest an, liess einen Punkt b bezeichnen, den ich fixirte, und einen Punkt d, welcher durch b verdeckt wurde. Dadurch wurde es möglich, auf dem Instrument eine Linie d b a zu verzeichnen, welche der verlängerten Seheaxe entsprach. Bei b wurde ein Haarvisier angebracht, dessen Entfernung von a 6 Zoll betrug. Bei l war ein Diopter mit einem äusserst feinen Seheloch angebracht. Setzte ich das Seheloch sorgfältig an, so sah das Auge von a aus das Haar des Visieres b, in der Mitte des Diopterlochs l schwebend. Ein zweites Haarvisier war an dem Punkte c befestigt, einen Zoll weit von b entfernt, und mit der Linie a b einen Winkel von 90° bildend. Dieses zweite Visier c stand auf einer festen Scheibe, um welche sich ein Ring ss in horizontaler Richtung drehte. An diesem drehbaren Ring ist ein Diopterlineal r r befestigt, welches bei m einen sehr feinen Diopter trägt. Das drehbare Lineal lässt sich demnach so stellen, dass das Auge von a aus, gleichzeitig das Visier b durch das Diopterloch l und und das Vi-

*) Volkmann: Neue Beiträge zur Physiologie des Gesichtssinnes. Leipzig 1836. pag. 31.

sier c durch den Diopter m sieht. Stehen die Haare genau in der Mitte der Diopterlöcher, so geben die die Sehestrahlen. Bekannt ist nun der Winkel a b c kannt ist die Entfernung b c = 1 Zoll, und es komn darauf an, den Winkel bei c zu kennen. Diesen W nun das Diopterlineal auf einer Gradeintheilung u u. selbst ist der Nonius t t angebracht, auf die Weise dass 10 Abschnitte an ihm 9 halben Graden auf u u Es sind also bei Ausmessung des Winkels b c a Diff 3 Minuten merkbar. Aus dem Gegebenen lässt sich fernung des betrachteten Visiers b vom Kreuzungspu hestrahlen berechnen, und um die Lage dieses Punkt zu bestimmen, kam es nur darauf an, die Entfernung vom vordersten Punkt des Auges, von jener ersten zu subtrahiren. Der Abstand des Visiers b vom A mittelst eines feinen Maassstabes v erkannt, der zwisc bei v angebracht war. Wenn man nämlich das Inst dem Rande AD, unterhalb des unteren Augenliedes fa so schwebt der vorderste Punkt der Hornhaut nicht Punkte a, welcher 6 Zoll von b entfernt ist, sondern Punkt zwischen a und l. Daher wurde bei jedem V Assistent so gestellt, dass er, von D aus visierend, konnte, über welcher Linie des Maassstabes v der vord der Hornhaut seine Stellung hatte.

Mit Hülfe des gedachten Instruments ergab sich n fernung des Kreuzungspunktes der Sehestrahlen von sten Punkte der Hornhaut

| | | |
|---|---|---|
| in Volkmanns Auge | 0,472 | Zoll. |
| im Auge eines erwachsenen Mannes | 0,422 | - |
| - - - 14jährigen Mädchens | 0,472 | - |
| - - einer erwachsenen Frau | 0,522 | - |
| - - eines Mannes | 0,422 | - |
| - - - - | 0,422 | - |
| - - - - | 0,472 | - |
| - - - - | 0,522 | - |
| im Mittel | 0″,466 = 5‴,592 | |

Da nun der Radius der Cornea 3,39 L. beträgt, dieser Durchkreuzungspunkt 2‴,2 hinter dem Centrun nea liegen.

Volkmann endet diesen Abschnitt mit der Behauptung, dass der Stand des Netzhautbildes durch eine gerade Linie bestimmt werde, die von dem Object durch den gemeinschaftlichen Kreuzungspunkt der Richtungs- und Sehestrahlen auf die Netzhaut gefällt wird. (Volkmann hat die Ansicht von dem Zusammenhalten des Drehungspunktes mit dem Durchkreuzungspunkt der Richtungslinien in neuester Zeit zurückgenommen,*) während der hier folgende Abschnitt bereits vor zwei Jahren geschrieben worden ist. Die Bemerkungen, die ich mir zu machen erlauben werde, treffen also diesen Gelehrten in keiner Art, und ich habe sie nur deshalb nicht unterdrücken mögen, weil dabei einiges zur Sprache kömmt, welches von andern Autoren nicht richtig auseinander gesetzt worden ist.)

Es kömmt bei diesen Versuchen, wie man sieht, darauf an, lie Augenaxe unverrückt in der Richtung l b zu erhalten, und lurch ein seitliches indirectes Sehen den Diopter m auf das Haar bei c einzustellen. Scharf wird sich dies nicht bewerkstelligen assen; denn das indirecte Sehen ist ein sehr undeutliches, wovon nan sich leicht überzeugt, wenn man mittelst desselben eine Schrift zu erkennen versucht, welches mir mindestens ganz unnöglich ist. Ja das eigentlich genaue Sehen, durch welches z. B. in Diopter scharf eingestellt werden kann, scheint nicht einmal em gelben Fleck in seiner ganzen Ausdehnung zuzustehen, sonern nur dem Theil desselben, der in der Augenaxe liegt. Denn Jurow giebt an,**) dass man die Augenaxe beim Lesen verändern müsse, selbst wenn die Zeile nur 1",5 lang ist, und ihr Bild die Grösse des gelben Flecks kaum überragt. Bekannt ist s auch, dass die guten Beobachter durch dioptrische Instrumente ie Fähigkeit haben, ihr Auge, d. h. die Axe desselben, scharf uf einen bestimmten Punkt des Objects zu richten.

Zugegeben nun, dass in den Versuchen Volkmann's ein inirectes Sehen wirklich stattgefunden habe, so wird der Winkel ei c nicht genau zu bestimmen gewesen sein, und dieser Mangel n Genauigkeit wird, wie man sogleich sieht, da der Winkel bei

---

*) Archiv für Anatomie, Physiologie u. s. w. Herausgegeben von oh. Müller. Jahrgang 1843. Heft 1.

**) Beiträge zur Physiologie und Physik des menschlichen Auges. Königsberg 1811. S. 31.

c einige 80 Grad betragen wird, auf den vorausgeset
kreuzungspunkt von einem keinesweges zu vernac
Einfluss sein. Ausserdem hat es Schwierigkeit, de
der Eintheilung v anzugeben, über welchem der äus
der Cornea sich befindet.

In der Anwendung wird es, glaube ich, den meis
tern mit diesem Instrument wie mir ergehen; sie w
sehr deutlich fühlen, dass sie den Diopter m c nicht
rectes Sehen einstellen, sondern zu dem Ende die A
radezu dahin richten. Dies jedoch soll bestimmt ni
sein, weil, wenn das Auge bei diesen Versuchen g
man den Drehungspunkt des Augapfels erhält, abe
Durchkreuzungspunkt der Richtungsstrahlen. Vol
dieser Schwierigkeit beim Gebrauch seines Instrumen
wähnt, und es bleibt daher fraglich, in wie fern sie
sungen an seinen eigenen und denen anderer Augen
tigt worden ist. Ich muss gestehen, dass es mir mit
ment nicht gelang, weil ich es nicht dahin bringen k
fixiren und zugleich den Diopter m ohne Verrücke
einzustellen. Wie gesagt, wenn die Schwierigkeit
bei einem Auge nicht überwunden ist, wenn es gedr
erhält man für dieses Auge nur den Drehungspunkt
suche der beschriebenen Art. Hierzu hat Burow da
auch angewandt,*) und im Mittel aus 40 Versuchen
eigenen Auge gefunden, dass dessen Drehungspunkt

$5''',42$

hinter der vordersten Stelle der Cornea liege, welch
obigen von Volkmann gefundenen Mittelwerth gut
einstimmt.

Wenn das Vorangehende Einwendungen gegen
Beobachtung sind, so bleibt nun noch die erheblichst
zu Grunde liegende Voraussetzung. Man habe Fig. 2
b a, c d in Bezug auf das Auge bestimmt; wodurch kö
rechtfertigt werden, wenn diese Linien geradlinig ver
also ungebrochen im Innern des Auges fortgesetzt w
den Durchschneidungspunkt k zu erlangen? Warum
Ort sein, wo das Object c sich auf der Retina ab
Beobachtung hat nichts ergeben, als dass die beiden Pu

*) Am angef. O. pag. 21.

d, oder wenn man will, alle Punkte der Linie ed sich auf einer und derselben Stelle der Retina abbilden, denn ihre Bilder decken sich. Daraus folgt jedoch nicht, dass dies in $\gamma$ gerade geschehen müsse, welches vielmehr aus theoretischen Gründen sogar unmöglich ist. Man überzeugt sich hiervon freilich am besten durch das Folgende, allein auch schon vorläufig dadurch, dass man statt des complicirteren Auges eine einfache biconvexe Linse sich denkt.

Ganz anders verhält es sich mit Versuchen, welche Volkmann an todten Augen weisser Kaninchen anstellte. Hier war die Lage des Bildes auf der Retina bekannt, und wenn irgend ein Punkt desselben mit dem entsprechenden des Objects verbunden wurde, so erhält man einen Durchkreuzungspunkt, der weder constant sein kann, noch für den vorliegenden Zweck von Erheblichkeit ist.

Wir kehren nunmehr zu der Aufgabe zurück, die zu Anfang dieses Abschnitts gestellt worden ist. In einem früheren Abschnitt „Weg der Lichtstrahlen durchs Auge" wurde ein Lichtstrahl vorausgesetzt, der auf ein System von i + 1 Linsen fällt, den Winkel w mit ihrer gemeinschaftlichen Axe macht, und in der i + 1ten Linse den Winkel $v_i$. Ist zugleich $n_i$ der Brechungsindex der i + 1ten Linse, so ergab sich nach nach der dortigen Bezeichnung (II)

$$n_i \quad v_i = (4i + 1, a)\ w$$

Da man das Auge als aus drei Körpern mit sphärischen Flächen zu betrachten hat, so wird i = 2, und folglich

$$n_2 \ v_2 = (9, a)\ w$$

In so fern nun w der Winkel des Strahls mit der Axe vor der Brechung ist, $v_2$ derselbe nach allen Brechungen, d. h. der Winkel, den der Strahl im Glaskörper mit der Augenaxe bildet, so soll zufolge der Aufgabe $v_2 = w$ sein, welchen Werth auch w habe, vorausgesetzt nur, es sei hinlänglich klein, um für sin. w w schreiben zu dürfen.

Damit diese Bedingung erfüllt werde, muss man haben

$$n_2 = (9, a)$$

und hieraus a bestimmen.

a bedeutet die Entfernung von der ersten brechenden Fläche, wo der ursprüngliche Strahl die Axe trifft, und zwar ist a positiv, wenn diese Entfernung nach Innen liegt.

Setzt man für (9,a) a(9,1) + (9,2), so findet ma

$$a = \frac{n_2 - (9,2)}{(9,1)}$$

Wenn man nun den Grössen rechts die in ein Abschnitte ermittelten Werthe beilegt, so findet man

$$a = 3''',1928$$

und dies lehrt, dass wenn ein Strahl so gegen die A richtet ist, dass er sie in einer Entfernung von 3''',19 Cornea träfe, dann wird er in der Glasfeuchtigkeit ursprünglichen Richtung parallel bewegen, und zwar der Winkel sei, unter dem er gegen die Augenaxe g

Wir werden diesen Punkt, der 0''',197., also Linie vor dem Centrum der Cornea liegt, den ersten Hauptpunkt des Auges nennen. Es giebt einen erhalten wird, wenn man den Punkt sucht, wo der, teten, parallele Strahl die Axe trifft oder träfe, we sich bis zur Axe verlängert denkt.

Man hat zufolge der Gleichung (V) des erwähnte

$$\frac{b_2}{n_2} = \frac{(8,a)}{(9,a)},$$

wo $b_2$ die Entfernung von der letzten brechenden also der Vorderfläche des Glaskörpers) bedeutet. Strahl, für welchen hier $b_2$ gesucht wird, die Bedin $n_2 = (9,a)$, so findet man

$$b_2 = a\,(8,1) + (8,2)$$

oder

$$b_2 = \frac{n_2\,(8,1) - 1}{(9,1)},$$

in sofern $(9,1)(8,2) - (8,1)(9,2) = -1$, und über $(n-1,2) - (n-1,1)\,(n,2) = \pm 1$, je nachdem n ungerade.

Man findet demnach

$$b_2 = -0''',2946,$$

wo das Zeichen — bedeutet, dass der gesuchte Punk gengesetzter Richtung, also im Innern der Linse lieg die Vorderfläche des Glaskörpers 3''',571 von der Corn so liegt der zweite optische Hauptpunkt 3''',276 hinte nea. Wie man sieht, liegen beide Hauptpunkte nur von einander entfernt, und zwar beide vor dem Mitte Hornhautkrümmung, wiewohl sehr wenig davon versch

In dem vorigen Abschnitt ist angeführt worden, dass man :n Radius der Hornhaut zu 2''',88.. statt 3''',39 annehmen üsste, wenn die Bilder der Objecte sich auf der Retina darstel-n sollten. Für diesen Werth von r würden die beiden Haupt-ınkte 2''',835 und 2''',890 von der Cornea entfernt liegen.

Der Nutzen, den die Kenntniss der Lage dieser Hauptpunkte :währt, ist einleuchtend. Da sie in der Beziehung zu einander ehen, dass wenn ein Lichtstrahl auf einen derselben unter einem :wissen Winkel mit der Axe gerichtet ist, dann der entspre-ıende Strahl auf den anderen Hauptpunkt unter demselben Win-:l geneigt ist, so giebt dies ein Mittel für jedes gegebene Object e Lage des Bildes auf der Retina zu finden. Man ziehe von ıem Punkte des Objects eine Linie nach dem ersten Hauptpunkt ıd eine zweite ihr parallele von dem andern Hauptpunkte, so ird auf letzterer Linie das Object sich abbilden, und zwar kann an in der Wirklichkeit den Durchschnitt dieser Linie mit der etina für den Ort des Bildes annehmen.

Somit ist die Grösse des Netzhautbildes zu finden. Misst an nemlich den Gesichtswinkel des Gegenstandes am ersten op-ıchen Hauptpunkt, so ist die Grösse seines Bildes = diesem ɔgen multiplicirt in 6''',555 d. h. in die Entfernung des zweiten ıtischen Hauptpunktes von der Nervenhaut (die Axe des Auges ın der Cornea bis zur Retina ist dabei zu 9''',831 vorausgesetzt). ıch **Volkmann** wäre jener Bogen nur mit 4''',239 zu multi-icircn; daher sind die nach seiner Angabe berechneten Grössen :gen die unsrigen im Verhältniss von 0,65 zu klein. So z. B. ebt dieser Gelehrte an, dass in einer Entfernung von 11 Zoll vei Spinnefäden, welche um 0'',0052 von einander abstanden, :utlich als **zwei** empfunden wurden. Hieraus findet er die rösse des Netzhautbildes, d. h. die Entfernung der beiden Fäden ıf der Retina 0'',00016, während sie nach unserer Rechnung ',00025 betragen würde.

Unter dem Gesichtswinkel von 40 Sekunden, den man in :r Regel als die Gränze der Unterscheidbarkeit ansieht, ist die rösse des Netzhautbildes 0'',00011 = $\frac{1}{9140}$ Zoll. Nach E. H. **/eber's** Messungen der Netzhautkügelchen variirt ihr Durch-esser von $\frac{1}{5600}$ bis $\frac{1}{8100}$ Zoll und einige Physiologen setzen ɔraus, dass zwischen dem kleinsten noch wahrgenommenen ilde und der Grösse der Nervenendigung eine Uebereinstimmung

vorhanden sei. Andere jedoch sind dieser Meinung nicht. Es sind ungünstige Umstände, z. B. Lichtmangel oder Mangel an Adaptirung u. s. w., welche einen so grossen Gesichtswinkel wie 40″ oder 30″ (wie ihn Tobias Meyer angab) für die Gränze der Wahrnehmbarkeit halten lassen. Jedes nur mittelmässige Auge, sagt Volkmann, erkennt ein menschliches Haar von 0″,00[illegible] Durchmesser in 30 Zoll Entfernung. Nach unserer Rechnung entspräche dieser Wahrnehmung ein Gesichtswinkel von 13,6 Sekunden und ein Netzhautbild von 0″,000036. Es wird häufig angeführt, dass ein Schüler des berühmten von Baer ein Haar von $\frac{1}{60}$ Linie Durchmesser in einer Entfernung von 28 Fuss sah; mit dieser ausserordentlichen Schärfe entspräche ein Gesichtswinkel von noch nicht einer Sekunde und ein Netzhautbild von nur 0″,0000015.

Will man die kleinsten wahrzunehmenden Bilder mit der Grösse der Nervenendigungen vergleichen, so ist übrigens nicht zu vergessen, dass, nach Burow's Angabe, der gelbe Fleck die Nervenenden kleiner ($\frac{1}{2}$—$\frac{1}{3}$ der Grösse von den Marktkügelchen in der übrigen Fläche der Retina) und dabei regelmässiger angeordnet zeigt.

Was nun die Richtung des Sehens anbetrifft, so entsteht zuerst die Frage, ob wir überhaupt die Gegenstände ausserhalb der Augenaxe an ihrem wahren Ort sehen? Nach dem, was wir im Obigen über die Undeutlichkeit des seitlichen oder indirecten Sehens anführten, und nach der wahrscheinlichen Vermuthung, dass diese Undeutlichkeit desto bedeutender werde, je grösser der Winkel ist, den die Objecte mit der Axe bilden, lässt sich die angeregte Frage empirisch nicht beantworten. Nur das ist sicher, dass wir selbst von den am meisten seitwärts liegenden Gegenständen ein Bewusstsein ihrer ungefähren Lage jedenfalls haben. Sicher ist es ferner, dass dieses Bewusstsein einem bestimmten, die Retina treffenden Strahl sein Entstehen nicht verdanke, also z. B. nicht dem Strahl, welcher durch den vorausgesetzten Durchkreuzungspunkt oder Drehungspunkt sich bewegt; eben so wenig verdanken wir dieses Bewusstsein einem Strahl, welcher etwa auf den zweiten optischen Hauptpunkt gerichtet ist. Die Richtung, in welche wir die deutlich und undeutlich gesehenen Objecte versetzen, hängt allein von dem Ort auf der Retina ab, wo sie sich abbilden. Man kann eine feine Oeffnung

vor dem Auge bewegen, während dasselbe auf einen bestimmten Gegenstand gerichtet ist; trotz der Bewegung, d. h. trotz dem dass nach und nach die einzelnen Strahlen verhindert werden, auf die Retina zu gelangen, sieht das Auge den Gegenstand unverrückt an seinem Orte. Somit kommt es auf einen bestimmten Strahl nicht an. Ist das Auge für den betrachteten Gegenstand nicht adaptirt, oder wegen seines Baues nicht zu adaptiren, dann scheint sich derselbe freilich mit der Oeffnung oder ihr entgegengesetzt zu bewegen, je nachdem er dem Auge zu fern oder zu nahe liegt. Kurzsichtige können sich von dem ersteren, gut gebaute oder weitsichtige Augen sich von dem letzteren leicht überzeugen. Allein selbst die scheinbare Bewegung des Objects in diesem Falle beweist doch im Grunde dasselbe als seine unverrückte Lage bei richtiger Adaptirung. Der einzelne leuchtende Punkt oder erhellte Gegenstand bildet dann nemlich auf der Retina Zerstreuungskreise und die Bewegung der feinen Oeffnung bewirkt nur, dass verschiedene Stellen der Netzhaut das Licht erhalten und den Gegenstand dann nach verschiedener Richtung hin sehen. Somit hängt auch hier wiederum der Ort auf der Retina mit der Richtung des Gesehenen zusammen. Mile hat mit Recht darauf aufmerksam gemacht,*) dass von den seitwärts liegenden Gegenständen sogenannte Richtungsstrahlen — worunter wir hier solche verstehen, welche auf die optischen Hauptpunkte gerichtet sind — gar nicht auf die Retina fallen, da sie von der Iris aufgefangen werden. Setzt man die Entfernung der Pupille von der vorderen Hornhautfläche, und zwar in der Axe gemessen = 1''',2, so ist der Mittelpunkt der Pupille 2''',0.. von dem ersten Hauptpunkt entfernt, und dann werden bei einer Oeffnung der Pupille von 2''' nur Richtungsstrahlen von Gegenständen, deren Neigung mit der Augenaxe etwa 27° beträgt, von der Iris nicht aufgehalten und daher zur Retina gelangen.

Zu erklären bleibt also der Zusammenhang zwischen der Richtung, in welche wir die Objecte versetzen und dem Ort der Retina, wo sie sich abbilden. Wenn man die Angabe von Treviranus über den anatomischen Bau der Retina zu Grunde legt, nach welcher die Nervenendigungen diese Haut gewisser-

*) Mile: Ueber die Richtungslinien beim Sehen. Pogg. Annal. Bd. 42 pag. 235.

massen durchbohren, so kann man sich die in Rede stehende Frage vielleicht so beantworten — obgleich ich hinzufügen muss, dass die Angabe von Treviranus bei anderen Gelehrten Zweifel erregt hat. Die Retina ist ein durchsichtiges Gebilde, und es steht der Annahme nichts entgegen, dass wie auch die Wirkung des Lichts auf die Nervensubstanz beschaffen, sie bis in eine gewisse Tiefe dringe und sich bemerkbar mache. Dass nun aber die Nervenendigungen nach der Richtung, in welcher sie gelagert sind den Eindruck zurückversetzen, ist allen übrigen Erfahrungen entsprechend, und hat in so fern nichts befremdendes. Sind die Nervenendigungen auf den zweiten optischen Hauptpunkt gerichtet, dann wird das Auge die äusseren Gegenstände in Bezug auf die Winkel, welche sie mit der Axe bilden, richtig beurtheilen jedoch dieselben nicht genau an der Stelle sehen, wo sie sich befinden, weil die beiden optischen Hauptpunkte um etwa $\frac{1}{10}$ Lin. von einander entfernt sind, worüber sich, wie gesagt, durch Beobachtung nicht sicher entscheiden lässt. Auch aus der Krümmung der Retina lässt sich nichts folgern. Treviranus hält diese Messung für schwierig; er fand den Radius der hintern Krümmung des Glaskörpers*) 5''',1; 5''',7; 7,3; Sömmering fand ihn nur 4''',4. Nach Krause **) bildet die hintere Fläche der Retina ein Ellipsoid, dessen halbe grosse Axe an 8 Individuen

5''',12; 5,05; 5,12; 5,07; 5,14; 5,05; 5,05; 4,93

dessen halbe kleine Axe

an 8 Individuen 4,45; 4,15; 4,23; 4,41; 4,58; 4,43; 4,41; 4,[illegible]

von ihm gemessen wurde. Der berührende Kreis würde demfolge einen Radius von 5''',9 haben. Zur Noth könnte also wohl der zweite Hauptpunkt, den wir 6''',5... von der Netzhaut entfernt finden, bei den sonstigen Ungenauigkeiten der Messungen des Auges, für das Centrum der Retinakrümmung gelten. Allein der gelbe Fleck, auf den hierbei die wichtigste Rücksicht zu nehmen ist, scheint seine Krümmung für sich zu haben. Burow fand ihn kegelförmig über die innere Fläche der Retina erhaben und schätzt die Höhe des Kegels 0''',1; andere Anatomen fanden ihn umgekehrt in der Mitte vertieft.

---

*) Treviranus: Beiträge zur Anatomie und Physiologie der Sinneswerkzeuge. Heft I. pag. 23.

**) C. Krause: Ueber die Gestalt des Auges. Pogg. Ann Bd. 39. p. [illegible]

## Ueber das Schätzen der relativen Entfernung, die Beurtheilung des Reliefs u. s. w. durch das Auge, und über das Stereoscop von Wheatstone.

In einer interessanten Abhandlung hat Wheatstone auf ein Moment beim Sehen mit beiden Augen aufmerksam gemacht, *) das, so nahe es liegt, von keinem Forscher bis jetzt eigentlich bemerkt und noch viel weniger in seinen wichtigen Folgen gewürdigt worden ist. Es ist dies der Umstand, dass ein räumliches Object in beiden Augen ungleiche Bilder entwirft, welche Ungleichheit zunimmt, je mehr die beiden Augenaxen convergiren, je näher das Object also herangerückt wird. Fig. 12. Taf. 1. stellt einen Würfel vor, der sich gerade vor den Augen in einer Entfernung von 7 Zoll ungefähr befindet, und zwar ist a die Zeichnung, welche dem linken, b diejenige, welche dem rechten Auge entspricht. Es hat keine Schwierigkeit, die Art einzusehen, wie solche Bilder nach den Regeln der Perspective zu zeichnen sind; man braucht zu dem Ende nur den gegebenen Gegenstand in einer zweckmässigen Entfernung (6 bis 8 Zoll) und von zweien Standpunkten aus zu entwerfen, welche um den Abstand beider Augen ($2\frac{1}{2}$ Zoll) verschieden sind, während die beiden Projectionsebenen einen Winkel mit einander bilden, der Ergänzung des Neigungswinkels der Sehaxen zu 180° gleichkommend.

Die Thatsache von der Ungleichheit der beiden Bilder eines und desselben räumlichen Objects erkennend, wurde Wheatstone darauf geführt, in dieser Ungleichheit ein Hülfsmittel des Auges bei der Beurtheilung der Räumlichkeit oder des Reliefs zu erkennen. Dieser Hülfsmittel hat das Auge mehrere, die wir nachher besprechen werden; Wheatstone sieht dasjenige, was er so scharfsinnig entdeckt und verfolgt hat, als das hauptsächlichste an, worüber mit einem Entdecker allerdings nicht zu rechten ist. Die Frage ist nur zuerst diese, hat die Ungleichheit der Bilder eines nach 3 Dimensionen sich erstreckenden Körpers wirklich den Nutzen, den Wheatstone behauptet?

---

*) Ch. Weatstone: Beiträge zur Physiologie des Gesichtssinnes, philos. transact. Jahrgang 1838. Bd. II. pag. 371. Dieselben deutsch von Dr. A. Franz. Pogg. Annal. Ergänzungsband I. pag. 1. 1839.

Dies zu beweisen, untersucht **Wheatstone**, welc stattfindet, wenn man den beiden Augen gleichzeitig zv ungleichen Bilder (jedem Auge das ihm entsprechende und den Versuch dabei so einrichtet, dass beide Auge ject nach einem und demselben Ort versetzen. Der dann in der That der, dass statt der flächenhaften Zei körperlicher Gegenstand, also nach 3 Dimensionen sich e gesehen wird, und damit ist der fragliche Nutzen dann

Was diese Art von Versuchen betrifft, so ist Fol bemerken. Bei dem gewöhnlichen Sehen eines einzig wird dasselbe vom Gesichtssinn nach dem Kreuzungs beiden Sehaxen versetzt, und das Object bildet sich gleiche Theile beider Nervenhäute ab. Die letztere wird aber auch erfüllt, wenn zwei ganz gleiche Obje Richtung der beiden Sehaxen angebracht werden, also hinter ihrem Durchkreuzungspunkt. In diesen beiden F wie die Erfahrung lehrt, gleichfalls nur ein einziges Obj bar gesehen, und zwar an der Stelle, wo die beide sich kreuzen. Will man sich hiervon überzeugen, so v Augen eine äussere Unterstützung verlangen, damit ihr einer bestimmten Convergenz verharren, und zu dem fährt **Wheatstone** so. Er lässt, wenn die beiden gle jecte vor dem Durchkreuzungspunkte der Sehaxen lieg die beiden Augen durch zwei bewegliche Röhren sehen, sie hinter jenem Punkte angebracht sind, so bestimn Punkt, wohin die beiden Axen gerichtet sein sollen, c Nadel, wodurch die beiden Augen hinlänglich fixirt erh den können.

Wenn man jedoch statt der zwei gleichen Objecte besprochenen zwei Perspectiv-Ansichten eines und dessel lichen Objects anwendet: dann nimmt der Beobachter einen Gegenstand aber von drei Dimensionen wahr, d. das Object gewesen ist, von dem die Zeichnungen g wurden. Und dies ist der für die Ansicht **Wheatsto** scheidende Versuch, in seiner einfachsten, wenn auch r theilhaftesten Form. Denn da die beiden Augen in ke angeführten Fälle für die Objecte oder die Zeichnungen man sie betrachten lässt, genau adaptirt sind, so wird sammteindruck kein deutlicher sein. Inzwischen ist e

Gelehrten gelungen, ein Instrument zu erfinden, das von diesem Uebelstand frei und zugleich in seinem Gebrauch bequem ist, und dem er den Namen Stereoscop beigelegt hat. Fig. 3. Tafel I. giebt eine Ansicht dieses interessanten Instruments von vorn gesehen. A $A_1$ sind zwei ebene Spiegel von ungefähr 4 Quadratzoll, so aufgestellt, dass ihre Seiten einen Winkel von 90° bilden. Wo sich diese beiden Spiegel berühren, befindet sich ein verticales Brett, welches in der Zeichnung weggelassen worden. Es hat den Zweck, die Stirn daran zu legen und so die Augen unmittelbar, jedes vor seinem Spiegel zu fixiren, zu welchem Behuf das Brett Ausschnitte hat. D $D_1$ sind zwei aufrecht stehende Laden, welche, auf zwei gegen einander schiebbaren Brettern C $C_1$ befestigt, in verschiedene Entfernungen von den Spiegeln gebracht werden können. In den meisten Versuchen ist es nöthig, dass jeder Laden in gleicher Entfernung von dem gegenüberstehenden Spiegel sich befinde. Diesen Zweck zu erreichen wird eine rechts und eine links geschnittene Schraube r l angebracht, deren Nutzen klar ist. E $E_1$ sind zwei Schieber, in Falzen der Laden gehend, durch welche die Zeichnungen so lange vor- oder rückwärts bewegt werden, bis ihre reflectirten Bilder mit den Sehaxen zusammenfallen und an scheinbarer Grösse den Zeichnungen entsprechen. Die Bilder werden zwar schon zusammenfallen, wenn die Schieber hin und her bewegt werden, d. h. in sehr verschiedentlichen Stellungen der beiden Zeichnungen. Allein es giebt für diese letzteren nur eine einzige Lage, wo ihre Reflexe als ein einziges Bild von der wahren Grösse ohne Anstrengung der Augen erkannt werden; weil nur in einem einzigen Fall die richtige Grösse beider Netzhautbilder verbunden mit der richtigen Convergenz der Sehaxen und mit der richtigen Accomodation stattfindet.

Wenn man die Zeichnungen anfertigt, so, dass für sie alle eine und dieselbe Neigung der Axen (6 bis 8 Zoll entfernten Kreuzungspunkt) passt, dann kann man das Instrument dadurch vereinfachen, dass man die Schraube r l weglässt, die Laden D $D_1$ also feste Wände sein lässt, welchen man Falze giebt, die Zeichnungen aufzunehmen. In dieser Art besitze ich ein Instrument, welches den gewöhnlichen Zwecken vollkommen gut entspricht und welches aus einem horizontalen 15 Zoll langen Brett besteht, an dessen beiden Enden zwei Bretter mit Falzen versehen senk-

recht aufgesetzt sind. In der Mitte sind die beiden unt bundenen Spiegel befestigt, welche vor sich eine Que Ausschnitten für die beiden Augen haben.

Der deutsche Bearbeiter von Wheatstone's A Dr. August Franz, welcher die Erscheinungen des S bei Wheatstone selbst gesehen hat, macht über den Geb ses Instruments einige Anmerkungen,*) welche zuerst chen sind. Er sagt, dass jeder, der zum ersten Male Instrument einen Versuch macht, also mit dessen E nicht bekannt ist, auf die Erscheinung des Reliefs stet sam gemacht werden müsse, um die einfach gesehene räumlicher Ausdehnung zu erkennen. Sei man dagegen Instrument bekannt, so werden diejenigen Figuren, wel im Leben vorkommen und von denen wir durch Erfahı klaren Begriff erworben haben, auf den ersten Blick in sehen; minder bekannte Figuren bedürften aber auch e einer anhaltenden Betrachtung. Solche Figuren, welche gewöhnliche fremde Gegenstände darstellen, sollen dem ter momentanen Augen- und Kopfschmerz verursachen, kennt ihre Gestalt im Relief ohne eine gegebene Erklä Auseinandersetzung nicht. Dr. Franz sah bei Wheat Zeichnung eines Lichtstrahls, der von drei Glasplatten wurde, von denen, wie er angiebt, die erstere sich in gonalen Lage befand und den Strahl nach der zweiten, stehenden reflectirte. Durch diese ging er hindurch un die dritte, welche dieselbe Stellung als die erste hatte, Strahl reflectirte. Es waren schattirte Zeichnungen auf zem Grunde, die dem Dr. Franz wohl aus der Ebene treten schienen, die er jedoch erst dann als ein vollkom liches Relief und als überraschend naturgetreu erkannte, er die Bedeutung des Gegenstandes erfahren. Hieraus derselbe, dass das Sehen eines Gegenstandes im Stereos seinen drei Dimensionen nur einentheils von den vers Gesichtseindrücken auf beide Augen, anderntheils jedoch ner Seelenthätigkeit abhänge.

Allein diesen Angaben kann ich nicht beistimmen.

---

*) Poggend. Annal. d. Physik u. Chemie. Ergänzungsband. 1842. pag. 12.

zum ersten Male ein Stereoscop gebrauchte und Zeichnungen hineinlegte, an deren Effect ich weiter gar nicht gedacht hatte, sah ich allerdings keine Reliefcrscheinung; als ich jedoch unmittelbar darauf eine gewöhnlich von mir gebrauchte Brille nahm, war die Erscheinung vollkommen ausgebildet. Dies Resultat ist einfach dadurch zu erklären, dass ich mit der Brille mehr gewöhnt bin, die Augenaxen auf einen etwas fernen Gegenstand zu fixiren. Eben so ging es mir bei anderen Personen, denen ich das Instrument zeigte; auch sie sahen mitunter das nicht, was gesehen werden sollte; es war aber dann ganz hinreichend, sie nur ruhig in die Spiegel sehen zu lassen; nach sehr kurzer Zeit stellte sich auch bei ihnen der Reliefeindruck her. Dagegen giebt es andere Individuen, denen der Gebrauch des Stcoroscops gleich von Anfang überaus leicht wird; selbst bei Kindern von sechs Jahren habe ich das beobachtet. Ich liess sie in das Instrument sehen und merkte aus ihrer Beschreibung deutlich, dass sie den beabsichtigten Eindruck empfingen. Die richtige Convergenz der Sehaxen kann Anfangs den Gebrauch des Instruments erschweren; später fällt diese Schwierigkeit fort und man sieht die Erscheinungen mit der grössten Leichtigkeit. Ich bemerke hierbei, dass wenn irgend ein Beobachter die beiden Zeichnungen nur als eine sieht, daraus noch nicht folge, dass seine Augenaxen sich auf den Bildern kreuzen, und wenn er trotz des Einfachsehens in diesem Falle die Zeichnung nicht nach drei Dimensionen sieht, so lässt sich dies dann so erklären, dass derselbe in der That nur mit einem Auge sehe. Bei Personen mit sehr ungleichen Augen gelingen die Versuche am Stereoscop in der Regel gar nicht, wahrscheinlich deshalb nicht, weil sie zu sehr gewöhnt sind, nach einer bestimmten Entfernung mit nur einem Auge zu sehen.

Was nun die vom Dr. Franz zu Hülfe genommene Thätigkeit der Seele anbetrifft, so glaube ich, dass dieselbe bei den einfachen Erscheinungen des Stereoscops eher nachtheilig wirke, als dass sie fördere. Man gebraucht zu diesen Versuchen am zweckmässigsten nur Contourzeichnungen, ohne Schatten und Farben, um die Erscheinung rein und nicht complicirt zu erhalten. Wheatstone hat auch complicirte Gegenstände, Blumen, Büsten, Crystalle, Vasen, Instrumente u. s. w. in ihren natürlichen Farben für das Stereocop darstellen lassen, was begreiflich mit grosser Sorgfalt geschehen muss, und er fand diese Objecte durch das



Instrument so treu wiedergegeben, dass sie, wie er a
den reellen nicht zu unterscheiden waren. Bei diesen
Gegenständen steigert das Stereoscop den Eindruck
bedeutend; allein der Eindruck ist in der Regel sch
einzigen Zeichnung, wenn auch unvergleichlich schwäc
den. Bei den einfachen linearen Zeichnungen jedoch
Stereoscop den Eindruck des Reliefs, der ursprünglic
handen ist.

Und diese einfachen Figuren haben doch etwas U
wie z. B. der kleinere Kreis vor dem grösseren, von
Wirklichkeit nichts Analoges vorhanden ist. Kömmt
Seele, oder bestimmter gesagt, das Urtheil des Ichs,
dann muss dasselbe eher störend wirken, und wenn
Augen in diesem Falle ein Relief sehen, so kann ma
dass sie ihren Wahrnehmungen trotz des Einflusse
Geltung zu verschaffen wissen. Welche positive Wi
man auch diesem Urtheile zuschreiben, wenn man im
den Kreis betrachtet, durch welchen eine Linie gele
meisten Personen, denen ich die entsprechenden Zeich
legte, waren weit entfernt, das zu Grunde liegende O
rathen; sie waren also nicht präoccupirt und hatten
nung trotz dem beim ersten Blick. Sind *es hier nicht*
welche, gewissermassen von perspectivischen Angeln g
dem wissenden Ich nicht zustehen, einen fertigen Ein
Bewusstsein bringen, und sieht man nicht in diesem F
vielen anderen, dass bei den Gesichtsvorstellungen di
im Allgemeinen keine Rolle spiele? Die Wahrnehm
Auges gehen vor sich mit ihr, ohne sie, und hä
gegen sie.

Was Dr. Franz über die Schwierigkeit anführt,
gewöhnliche Erscheinungen im Stereoscop richtig zu
so kann man sich hierüber nicht täuschen; diese Sc
ist häufig vorhanden, fast jeder neue Gegenstand führt
Die Augen werden mehr oder minder unruhig, schw
einem Punkte zum andern, bis sie später aus Erfahru
auf welche Theile sie ihre Aufmerksamkeit hauptsächlic
ten haben.

An Zeichnungen, welche im Stereoscop zu gebrau
theilen wir auf der Tafel I. folgende von Wheatstone

fügen einige neue hinzu. Die Zeichnungen unter a erhält das linke Auge; b ist dann die entsprechende für das rechte.

Fig. 4. stellt sich als eine Linie dar, welche in einer verticalen Ebene geneigt erscheint und zwar so, dass ihr unteres Ende dem Beobachter näher ist. Richtet man die beiden Zeichnungen so ein, dass sie gleichmässig und in entgegengesetztem Sinne um ihren Mittelpunkt gedreht werden können, so bleibt die Linie in derselben verticalen Ebene, nimmt aber verschiedene Neigungen an. Dasselbe sieht man auch schon in dem einen Falle, wo man die Zeichnungen in ihrer Lage lässt, das Instrument jedoch umkehrt, so dass dessen oberer Theil nach unten zu liegen kommt.

Fig. 5. Eine Reihe von Punkten in derselben horizontalen Ebene, jeder von der linken nach der rechten Seite zu dem Beobachter scheinbar etwas näher stehend.

Fig. 6. Eine mit ihrer Convexität dem Beobachter zugewandte krumme Linie.

Fig. 7. Ein Würfel.

Fig. 8. Ein Kegel, dessen Spitze nach dem Beobachter zugewandt ist.

Fig. 9. Der Abschnitt einer vierseitigen Pyramide.

Fig. 10. Zwei Kreise in verschiedener Entfernung von den Augen.

Fig. 11. Eine dreiseitige Pyramide, die Spitze nach dem Beobachter gerichtet.

Fig. 12. Ein Würfel mit Schatten. Der Schatten scheint senkrecht auf der Grundfläche zu stehen und das ihn erzeugende Licht ist so angenommen, dass der Contour des einen Schattens eine Linie mehr hat als der andere.

Verwechselt man die Figuren in der Art, dass man dem rechten Auge die für das linke bestimmte Zeichnung giebt und umgekehrt, dann sieht man wiederum bei den voranstehenden Figuren eine Reliefserscheinung; allein diejenigen Theile, welche in der früheren Lage die näheren waren, sind jetzt die entfernteren. Doch ist die Umkehrung in so fern nicht genau, als die näheren Theile jetzt kleiner und die entfernteren grösser erscheinen, als vor der Umkehrung. Bei Fig. 12. ist diese Umkehrung nicht möglich; das Auge geräth über die Lage des Schattens in

Ungewissheit, die sogar eine Art Pein bereitet; er t
Nähe der Figur aus dem Papier hervor, dann aber bi
um, indem die dem Beobachter früher zunächst liegend
Schattens die entferntere zu werden strebt. Es lässt
weniger gut beschreiben als sehen, dürfte auch für
nicht gleich sein.

Wheatstone ist es gelungen, auch das Entge
der bisherigen Erscheinungen an seinem Instrument nac
nemlich aus einem Körper nach dreien Dimensionen de
eines blos Flächenhaften zu bilden. Er fertigte ein P
Gerippe eines Körpers aus Drath, z. B. zwei Würfel
Zoll Seite, und stellte sie vor die beiden Spiegel. De
Eindruck war nun verschieden, je nach der relativen S
war entweder in der That der eines Würfels in R
bloss eine Contourdarstellung in einer Ebene. Das let
wenn die beiden Bilder auf der Retina vollkommen gle

## Anmerkung I. Darstellung stereoscopischer auf photographischem Wege.

Das Verfahren Daguerre's giebt das Mittel die ε
sten Gegenstände für das Stereoscop gezeichnet, und d
selben Effecte zu erhalten, die zu den überraschendster
Als ich vor einigen Jahren mir dergleichen Bilder anfer
ich doch Anfangs über ihren Effect im Stereoscop unge
diese Bilder schon einzeln einen so guten perspectivis
druck machen, so schien mir, dass derselbe hier nicht
gesteigert werden könnte. Allein der erste Versuch hat
nes Andern belehrt; der perspectivische Eindruck auch d
Bildes kommt kaum in Betracht gegen denjenigen, welc
entsprechende Bilder im Stereoscop machen, und ich fi
an, damit man nicht glaube, die einfachsten Figuren seie
richtige Würdigung des Instruments unerlässlich. Nur m
Bilder complicirter Gegenstände mit grosser Sorgfalt aufg
worden sein, und ich werde daher die Methode beschre
ren ich mich zu diesem Behufe bediene, da sie bequen
Anwendung ist und jeden gewünschten Grad von Ge
gestattet.

Auf einem hinreichend grossen Brette zeichne man ein gleich-
ıenklichtes Dreieck, dessen Seiten 7 Zoll, dessen Grundlinie
Zoll (der Abstand der beiden Pupillen) ist, und verlängere die
den Schenkel. Auf die Spitze des Dreiecks lasse man ein
ːiloth an einem Faden herab; der letztere hat die Rolle des
jects zu vertreten. Um nun die beiden Stellungen zu ermit-
n, welche der camera obscura gegen das Object zu geben sind,
ze ich voraus, dass die camera obscura auf einem Fussgestell
t drei Stellschrauben ruhe, wo nicht, markire man an dem
ssgestell drei Punkte. Auf den einen Schenkel des Dreiecks
l zwar in einer Entfernung a von der Spitze des Dreiecks
lle man eine der Stellschrauben, drehe die camera obscura
diese Stellschraube, bis wiederum der Faden des Bleiloths
h in der Mitte des Gesichtsfeldes abbildet, und bezeichne auch
r den Ort der Stellschrauben. Jetzt entfernt man das Bleiloth,
ngt das Object an dessen Stelle und schiebt dasselbe hin und
, bis es den gehörigen Ort an der matten Glastafel einnimmt
l so scharf als möglich erscheint. Man macht nunmehr die
der nach der gewöhnlichen Art. Die Entfernung a ist, wie ich
unden habe, willkührlich; an eine Entfernung des Objects von
-8 Zoll hat man sich also durchaus nicht zu halten, ja das Re-
des Körpers erscheint sogar bedeutender, je grösser die Ent-
ınung a gewählt wird. Unter solchen Umständen kann man
eine Gegend oder entfernte Gebäude mittelst der camera ob-
ra für das Stereoscop aufnehmen. Ich habe dies mit Gebäuden
sucht, welche 2 bis 300 Fuss entfernt waren, und einen Ef-
erhalten, der sich schwer würde beschreiben lassen, und der
ı mit dem gewöhnlichen perspectivischen Eindruck, den gute
ler dieser Art schon einzeln gewähren, gar nicht vergleichen
t. Zur Hervorbringung eines so bedeutenden Effects ist es
hig, die Entfernung des Gebäudes zu ermitteln, um für diese
fernung die Basis des Dreiecks zu berechnen, an deren beiden
lpunkten die camera obscura aufgestellt werden muss. Nach-
ı diese gefunden, hat man den Punkt des Gebäudes zu ermit-
ı, auf welchen die camera obscura zu richten ist, ein Punkt,
dadurch gegeben ist, dass eine Linie von ihm zur camera
cura gezogen mit der Basis einen Winkel von 79° 43′ zu bil-
ı hat. Hier ist also ein Winkelinstrument erforderlich.

Wenn man Bilder solcher Art, unter Glas gesetzt, ins Ste-

reoscop gebracht hat, so kann man sie so wohl l
bei Kerzenlicht betrachten. Nur muss man für eine gle
leuchtung beider Bilder sorgen, sich bei Anwendun
licht mit dem Rücken gegen ein Fenster stellen, b
von Kerzen zwei derselben nehmen.

Für solche Versuche ist es wünschenswerth, d
der Silberplatte den möglichsten Grad von Stärke
dass die hellen und die dunklen Partieen sich möglic
den. Dies hängt von folgenden Momenten ab: 1)
des Silbers; nicht jedes Silber giebt hinreichend
mindestens anfangs nicht. Solche Platten pflegen l
sigem Gebrauch mit der Zeit besser zu werden, un
sen Vortheil gleich anfangs zu verschaffen, polire i
lasse sie stark jodiren und wiederhole dies einige I

2) von der Geschicklichkeit, die man im Poli
hat; nur die sehr gut polirte und vollkommen rei
starke Bilder. Das Poliren der Platten ist eine G
der Hand, die man, wie alle dergleichen Fertigkeit
Uebung sich zu eigen machen kann. Man lasse si
die marktschreierischen Anpreisungen von neuen M
irre machen; es kömmt weniger auf die Methoden i
schicklichkeit an. Sonst ist es freilich hierin so w
dass Viele, denen ein Bild gelungen oder nur sic
lungen ist, uns mit der Methode der Anfertigung d
beschenken. Sehr erleichtert wird das Poliren dur
mässige Wahl des Putzmittels. Dasselbe hat mehre
gen zu genügen, und ich habe, nachdem ich den
der üblichen Pulver versucht, nur eines gefunden,
Anforderungen entspricht, und das ich Experimentat
empfehle. Es ist ein graues Pulver, welches im Hand
Namen Marmorerde, Silberputzerde, auch Trippel ve
grösstentheils aus kohlensaurem Kalk mit etwas K
Eisenoxyd besteht. Durch die gewöhnliche Kreide,
tet, als man wolle, kann dieses Polirmittel nicht er
sie adhärirt zu stark an dem Silber, was das gen
nicht thut. Auch beim Poliren von Gold, Kupfer, l
silber u. s. w. wird es mit gleichem Erfolg angewand

3) hängt die Stärke des Bildes von der richtigen
der Zeit in der camera obscura ab. Das Jodsilber

las Licht die Eigenschaft, den Quecksilberdampf zu condensiren ınd adhäriren zu machen, anfangs in zunehmendem Grade. Wirkt las Licht länger, so nimmt es dem Jodsilber nach und nach diese Eigenschaft, und zugleich hat nun der Quecksilberdampf die Kraft las Jodsilber zu schwärzen. Da geschwärztes Jodsilber vom unerschwefligtsaurem Natron oder Kochsalz nicht auflösbar ist, so vird das Bild dann aus doppeltem Grunde schwächer.

4) hängt die Menge des niedergeschlagenen Quecksilberdampfes ıuch von der Zeit ab, welche die Platte im Quecksilberapparat 'erweilt. Die gewöhnliche Vorschrift über die Erhitzung des Quecksilbers ist nur eine ungefähre, und man muss durch Uebung beurtheilen lernen, ob es dem Bilde förderlich sein wird, wenn s noch weiter den Quecksilberdämpfen ausgesetzt bleibt. Zu lem Ende nehme man die Platte heraus und betrachte ihr Bild, vas im hintern Theile einer Stube ohne Nachtheil geschieht, selbst venn man Jodchlorür oder Brom angewandt hat. Will man die Platte nicht aus dem Quecksilberkasten nehmen, so muss man lem letztern eine andere Einrichtung als gewöhnlich geben. Man ichte nemlich den Apparat so ein, dass die Silberplatte senkrecht tehe und vor ihr eine Glastafel. So kann man die Entwicklung es Bildes bei Kerzenlicht gut beobachten und sich zu beurtheilen ewöhnen, wann die Platte herauszunehmen ist. Die gebräuchlihen Apparate, in welchen die Silberplatte unter 45° gegen den Horizont geneigt ist, taugen hierzu nicht.

Nach dieser Abschweifung kehre ich zu Wheatstone's Entdeckung zurück. Liest man seine Darstellung derselben, so wäre u bemerken, dass er den Nutzen der ungleichen Bilder vielleicht twas zu hoch stelle, in so fern er dieses Moment für das hauptsächlichste hält, dessen das Gesichtsorgan sich bedient, das Relief er äusseren Objecte zu beurtheilen. Dass dieser Nutzen jedoch tattfinde, hat er auf eine, dem wahren Experimentator so geziemende Art nachgewiesen, dass uns hierüber kein Zweifel möglich scheint. Einwendungen, welche Dr. E. Bruecke *) durch Aufstellen einer andern Ansicht dagegen erhoben hat, werde ich im folgenden, so viel ich vermag, zu beleuchten versuchen. Nach er Ansicht Bruecke's entsteht der Eindruck des Reliefs davon,

*) J. Müller, Archiv für Anatomie, Physiologie u. wissenschaftliche Medizin. Berlin. Jahrg. 1841. p. 459.

1) dass der Gesichtseindruck, der uns von einem au Gegenstand zukömmt, kein momentaner sei, sondern d vieler, welche nach und nach von den verschiedenen regt werden; 2) dass wenn ein nach dreien I ausgedehnter Gegenstand betrachtet wird, die Conv Sehaxen für dessen verschiedene Punkte sich ändert, nem beständigen Schwanken zwischen dem nächsten u testen Punkte bleibe.

Es ist sehr wohl möglich, dass die verschiedene der Sehaxen bei der Beurtheilung des Reliefs eine R ob man jedoch mittelst derselben die Erscheinungen am erklären könne, ist eine andere Frage. Ich muss ges mir dies nicht einleuchten will. Man kann freilich d Hülfe nehmen, dass beim Sehen mit beiden Augen dahin versetzt wird, wo die Sehaxen sich kreuzen. sich also einen Punkt, der im Stereoscop vor der Bi schweben scheint, so muss er allerdings auf beiden entworfen sein, dass wenn beide Augen ihn im Ste trachten, ihre Axen sich vor der Bildfläche schneid hieraus folgt doch die Bedingung nicht, nach welchen gen für dieses Instrument anzufertigen sind. Es wü vielmehr folgen, dass man diese Art Zeichnungen ohne sicht auf die perspectivische Bedingung entwerfen kö dass man demungeachtet im Stereoscop die Reliefersch gend eines verzerrten Körpers sehen würde.

Die Erfahrung ist dem geradezu widersprechend. Zeichnungen nicht nach Wheatstone's Bedingung ent sieht man keine Relieferscheinung, sondern bald die ein andere derselben. Sind die Zeichnungen nur an einc Stelle unrichtig, so entsteht bei der Betrachtung dieser gewisse Unruhe, indem auch hier bald die eine bald Zeichnung gesehen wird. Wenn das Durchkreuzen de das Bedingende bei den Erscheinungen des Stereoscops sollte der Gegenstand an einer so falsch gezeichneten verzerrt erscheinen. Hätte man sich das Object an di verzerrt gedacht und die beiden Zeichnungen demgem entworfen, so ist kein Zweifel, dass die beiden Auge reoscop das sehen würden, was man beabsichtigte. S

dabei nicht in Unruhe gerathen sein, woraus dann folgt, dass die Verzerrung an sich den Augen noch kein Hinderniss darbietet.

Wenn die verschiedentliche Convergenz der Sehaxen das hauptsächlichste Moment zur Beurtheilung des Reliefs ist, so müsste folgender Versuch gelingen. Man zeichne zwei concentrische Kreise von sehr verschiedenen Radien und betrachte diese Zeichnung mit beiden Augen; es müsste der kleinere Kreis vor dem grösseren zu schweben scheinen, und überhaupt müsste die Ebene des Papiers gewölbt erscheinen. Nichts der Art findet bekanntlich statt, und somit zeigt sich in diesem und vielen anderen, leicht zu erdenkenden Fällen, die Veränderung der Convergenz der Sehaxen gerade nicht als ein sehr erhebliches Moment bei der Beurtheilung des Reliefs, obgleich es nicht ganz in Abrede gestellt werden soll.

Die Beurtheilung des Reliefs und das Schätzen der Entfernungen der Objecte sind zwei Thätigkeiten des Gesichtsorgans, die nicht nahe verwandt, sondern die vollkommen identisch sind. Wenn man das Relief eines Würfels erkennt, so geschieht dies nur so, dass man urtheilt, die eine Ecke, Kante, befinde sich vor oder hinter der andern; man schätzt also die relative Entfernung. Diese Art Schätzung besitzt das Gesichtsorgan in grosser Vollkommenheit, und auch nur diese Art Schätzung; es ist fähig, uns erkennen zu lassen, dass der eine Gegenstand näher als der andere sei. Anzugeben jedoch, wieviel die Differenz beider Entfernungen in irgend einer willkührlichen Einheit ausgedrückt betrage, hierzu hat es in sich selbst die Fähigkeit gar nicht, leistet hierin auch nur wenig und dann auch nur durch lange Uebung und mittelst ganz äusserlicher Hülfsmittel. Man darf also die eine Schätzung mit der andern nicht verwechseln, und aus der Unbehülflichkeit des Auges in Bezug auf die absolute Entfernung keinen Beweis gegen seine grosse Fertigkeit bei der Schätzung der relativen anführen. Man sage auch nicht, dass es diese letztere Fertigkeit durch Gewohnheit und Uebung erst erlange, dass das Kind nach dem Monde greife; denn hiermit würde wiederum das Beurtheilen der relativen und absoluten Entfernung verwechselt worden sein. Es ist wohl denkbar, dass das Auge auch in derjenigen Thätigkeit, die ihm von Natur zukömmt, durch Uebung unterstützt werde; allein diese Uebung ist dann anderer Art, als man sie sich mitunter denkt. Es ist eine Uebung, die das Auge

dann in sich gewinnt, und von welcher das wahrne
nichts erfährt. Diesem wahrnehmenden Ich liefert d
organ einen fertigen Eindruck, worin auch die relat
nungen bestimmt sind, und dabei ist es oft sehr gleic
das wahrnehmende Ich anderweitig von dem gesche
wisse. Man kann dieses factische Verhältniss, wel
lich auch bei den übrigen Sinnen stattfindet, unmöglic
ohne zu gänzlich falschen Vorstellungen über den Sta
Sinneswerkzeuge in Bezug auf das Ich, welches perci
langen. Das Stereoscop Wheatstone's, indem es u
higkeit des Gesichtsorgans offenbart, welche wir anwa
je etwas von ihr zu wissen, führt sehr natürlich auf
gen solcher Art, die jedoch hier nicht weiter am Ort
kehre zu der Schätzung der relativen Entfernung dur
zurück.

Wir kennen nunmehr drei Bedingungen, durch
wohl das Relief als die relative Entfernung vom Aug
wird: die Vertheilung von Licht und Schatten und die
Luftperspective, durch welche die Malerei ihre Täusc
vorbringt; die Convergenz der Sehaxen und endlich di
heit der Bilder in beiden Augen. Zwei von diesen B
setzen die Thätigkeit beider Augen voraus; nur *die er*
geführten, die Vertheilung von Licht und Schatten u
nahme der Tinten würde es auch schon dem einen Au
machen, die Entfernungen und das Relief zu beurtheile

Allein diese Bedingung ist nicht ausreichend, die
lösen, zu der wir uns jetzt wenden, nemlich die Frage,
Weise nur ein Auge das Relief zu schätzen im Stand
ist hierin sehr sicher, und wenn auch nicht in demsel
wie beide Augen, wenn sie zusammenwirken, so br
doch nur die Aussenwelt mit einem Auge zu betrachte
zu überzeugen, dass ihm die Beurtheilung in Bezug au
lichen Punkt in beträchtlichem Grade zusteht. Wh
schlägt diese Fähigkeit des einen Auges zu gering an,
mehreres an, woraus dessen grosse Unsicherheit bei der
lung folgen soll.

Wir werden gleich nachher auf Erscheinungen a
machen, welche die Behauptung Wheatstone's als ni
darstellen und doch auch durch die Vertheilung von

Schatten nicht erklärt werden können; inzwischen wird es bei der Wichtigkeit der Sache doch auch gut sein, die Beweise dieses Forschers zu erwägen. Er wendet sich zu dem Behufe an die bekannte Erfahrung Gmelin's, dass vertieft geschnittene Steine durch Mikroscope, Loupen u. s. w. betrachtet, erhaben erscheinen, und weist die gewöhnliche Erklärung zurück, dass dies durch die Umkehrung von Licht und Schatten bewirkt werde. Denn diese Erklärung würde nur für das zusammengesetzte Mikroscop gelten, welches die Objecte umgekehrt darstellt; allein weder für die einfachen Loupen, noch für den Fall, wo man den Stein bloss durch eine Röhre betrachtet, und ihn gleichfalls erhaben sieht, wenn er in der Wirklichkeit vertieft ist. Wheatstone erklärt diese sonderbaren Erscheinungen so, dass er behauptet, dem einen Auge fehle die zuverlässige Richtschnur, nemlich die Darstellung verschiedener Bilder auf jeder Retina; die Einbildungskraft trete nun hinzu, und lasse das Object bald erhöht, bald vertieft erscheinen, so wie sie es uns gerade vorstellt. Es ist richtig, dass bei dieser Art von Versuchen das Object bald im Relief, bald in der Vertiefung erscheint, der geschnittene Stein also bald als Gemme, bald als Camee dem einen Individuum vorzugsweise so, dem anderen entgegengesetzt sich darstellt — wer den Versuch Vielen gezeigt hat, wird das hinlänglich wissen. Allein Wheatstone hat Unrecht, wenn er von einer Unbestimmtheit des Auges spricht, die so gross sein soll, dass ein, im Allgemeinen bei den Gesichtseindrücken so unbedeutendes Moment, wie die Einbildungskraft oder die Reflexion von einem determinirenden Einfluss werden soll. Es wäre ausserdem wunderbar, bei einem und demselben Individuum oft in sehr kurzer Zeit die Erscheinung sich umkehren zu sehen. Was nemlich die Unbestimmtheit anbetrifft, so kann man sie aufheben, wenn man für ein gehöriges Licht und Schatten sorgt; das Auge hat dann einen unbestreitbar sicheren Anhalt, und man sieht dann gar keinen Grund ab, warum der Stein nicht richtig soll gesehen werden können, welches trotz dem nicht die Regel ist. Will man nun vollends die Thätigkeit der Sinne in Anspruch nehmen, so ist wiederum nicht abzusehen, warum diese Thätigkeit in den häufigsten Fällen das Object falsch beurtheilt. Licht und Schatten sollten zu der richtigen Vorstellung führen; das Object ist im Allgemeinen anderweitig bekannt, und nichts desto weniger stellt

es sich falsch dar. Somit kann auf diese Weise das nicht erklärt werden, dass ein vertieft geschnittener eine Loupe oder eine Röhre betrachtet, erhaben ersc nun muss ich zu diesen Versuchen hinzufügen, dass der Röhre nicht bedarf, ja dass man den Stein frei Auge betrachten kann, ja, was das Merkwürdigste ist ihn mit beiden Augen betrachten kann, und doch sehr häufig umgekehrt, als er in der Wirklichkeit ist.

Die Erklärung dieser interessanten Erscheinunge nicht aus einem einzigen Princip ableiten; sie gehöre zu denjenigen, welche man bei stereometrischen Figur tet, die bei anhaltender Betrachtung sich auf eine Weise umkehren, was ich in einem eigenen Abschn werde. Hier habe ich vorläufig nur zu bemerken, da sehr gewöhnt ist, die hellen Gegenstände, oder die h eines und desselben Gegenstandes für näher als die halten, wie das durch die Malerei, selbst bei fehle mangelnder perspectivischer Zeichnung, hinlänglich bev Wenn nun z. B. bei einem tief geschnittenen Stein d die am meisten vertieften Stellen fällt, so werden di Auge näher erscheinen und der Stein also erhaben und da dasselbe sogar eintritt, wie wir angegeben h mit beiden Augen gesehen wird, so ist es klar, d Wheatstone hervorgehobene Ungleichheit der Bilde desselben Objects hierbei sich gegen die Verhältnisse und Schatten nicht geltend zu machen die Kraft hat also an Wirkung nachsteht.

Dasselbe kann man auch in folgendem Versuch s nehme die Zeichnungen Fig. 12, bringe sie ins Ster verwechsele die Zeichnungen, indem man dem rechte für das linke entworfene giebt; man sieht nunmehr k fel mehr, sondern einen durch den Durchschnitt dre hervorgebrachten körperlichen Winkel. Legt man j Schatten und die entsprechende Seite der Figur dunkl ist diese Veränderung weniger leicht; man erhält dann den körperlichen Winkel, allein eben so häufig den eines prismatischen Körpers, namentlich wenn der S trachtet wird.

Nach dem Vorhergehenden hat Wheatstone als

wenn er den Gesichtseindruck da für unbestimmt und den Launen der Einbildungskraft für preisgegeben hält, wo ihm durch ungleiche Bilder in seinen beiden Organen ein Anhaltspunkt fehlt. Da, wo diese Ungleichheit nicht möglich ist, wie z. B. bei Gemälden, soll es nach ihm den Effect erhöhen, wenn man lieber nur ein Auge anwendet. Allerdings betrachten wir Gemälde am besten nur mit einem Auge, aber dann durch eine geschwärzte Röhre, und in dieser letzteren besteht der Nutzen, den wir von dieser Art der Betrachtung ziehen und der auch nicht schwer einzusehen ist. Die Gemälde sind in der Regel für einen sehr entfernten Augenpunkt berechnet, und da nun die Augen in der Schätzung der relativen Entfernung sehr sicher sind, so würde es sie darin stören, wenn sie vor oder neben dem Bilde Objecte in grosser Nähe wahrnähmen. Ausserdem gewinnt jeder Gegenstand an Deutlichkeit, wenn man seitliches Licht entfernt hält.

Die einzige oder doch hauptsächlichste Erklärung, welche Wheatstone für das Erkennen des Reliefs bei Einäugigen giebt, ferner bei solchen Personen, welche auf einem Auge erblindet sind, oder nur mit einem Auge sehen, ist die, dass in solchem Falle der Kopf bewegt wird, und somit das Auge von einem nach drei Dimensionen ausgedehnten Gegenstand verschiedenartige Bilder erhält, die es dann zu dem Eindruck des Reliefs combinirt. Es ist mit diesem Hülfsmittel, wie mit dem vom Licht und Schatten; sie sind richtig, werden angewandt, allein sie erschöpfen die Frage nicht. Es bleibt immer noch unerklärlich, wie ein gleichmässig beleuchtetes Stück Papier, welches abwärts vom Auge gehalten wird, während das andere geschlossen ist, beim ersten Blick in seiner wahren Richtung gesehen wird. Man kann hierbei nicht sagen, dass dies durch die Schätzung des Gesichtswinkels, oder richtiger gesagt, durch die Beurtheilung der Grösse der Netzhautbilder bewirkt werde; denn wir denken uns das Papier nicht parallel, sondern beliebig geschnitten, so dass möglicherweise der Gesichtswinkel von der entfernteren Seite sogar grösser sei, als derjenige von der zunächst liegenden. Ueberhaupt kann man dem Gesichtswinkel in Bezug auf die Fähigkeit des Auges, die Entfernungen relativ zu schätzen, nur eine Wichtigkeit zweiten Ranges zuschreiben, insofern seine Hülfe nur dann dem Auge nützen kann, wenn es mit der Gestalt des zu beurtheilenden Gegenstandes schon anderweitig ungefähr bekannt ist.

Die eigentliche Art, auf welche ein Auge für sich relative Entfernung der äusseren Gegenstände beurtheil darin, dass es sich adaptirt und ein Bewusstsein Adaptirung in sich trägt. Man muss ihm hierin, wie sie wird, ein sehr vollkommnes Gefühl zuschreiben und zu Begriff der Adaptirung in einem weitern Sinne nehmen wöhnlich geschieht; man wird nemlich diese Thätigkeit solche Entfernungen zugeben müssen, wo sie, bei den Auges, nicht mehr im Stande ist, Bilder von einer l grossen Deutlichkeit hervorzubringen, also die Gränzen t tend, die wir in einem früheren Abschnitt für das Int Adaptirung aufstellten.

Diese Ansicht ist so einfach und naturgemäss, dass billig wundern muss, bei keinem Autor die zum Theil Folgerungen angegeben zu finden, die daraus abgeleite können. Um diese Ansicht zu beweisen, ist es nöthig, riment so einzurichten, dass einzelne Punkte eines plane standes über oder unter der gemeinschaftlichen Ebene kommen und sich zu überzeugen, dass ein einziges Auge diese scheinbar veränderten Orte richtig zu schätzen. l durch Brechung leicht erreicht werden, und so wird i den folgenden Thatsachen einige sehr bekannte Erscheinu andere nicht beachtete finden, welche nur durch die m Theorie erklärt werden können.

Bekanntlich erscheint der Boden eines Gefässes, v Flüssigkeit, wie gehoben und gekrümmt, und ein Stab i gebrochen. Diese Erscheinungen sind uralt, sogar in un büchern; auch pflegt die letztere derselben die Lehre Refraction zu eröffnen. Inzwischen so alt sie sei, so einziges der mir bekannten Werke diese Erscheinungen lich erklärt. Allerdings lässt man die Lichtstrahlen, e das Wasser verlassen, eine Ablenkung erleiden; darau folgt die Erscheinung noch nicht, die das Auge wahrnim folgt in der That aus einem abgelenkten Strahl in Bezug Ort, wo das Auge den leuchtenden Punkt hinversetzt, da e ja nur eine Richtung bestimmt? Wenn das Auge sich i Grunde eines Gefässes befindet, so erhält es Strahlen v Punkte desselben, das Gefäss mag leer oder mit einer br Substanz angefüllt sein, und die gekrümmte Erschein

Grundes bleibt folglich unerklärt. Nach dem, was wir so eben über die Fähigkeit des Auges behaupteten, den relativen Ort der Gegenstände durch die Adaptirung zu schätzen, ist sie dagegen sogleich erklärt.

Es sei r die Höhe einer Flüssigkeit; man nehme einen Strahl, welcher unter dem Winkel $\varphi$ mit der Normale durch die Flüssigkeit sich bewegt, und unter dem Winkel $\varphi_1$ in die Luft gebrochen werde. Es sei x die Höhe, in welcher der Strahl bis zur Normalen fortgesetzt, dieselbe treffe, so findet man leicht

$$x = r\left(1 - \frac{1}{n}\frac{\cos\varphi_1}{\cos\varphi}\right)$$

wo n der Brechungsindex der Flüssigkeit ist.

Ist der Winkel $\varphi$ unendlich klein, so kann man für $\frac{\cos\varphi_1}{\cos\varphi}$ 1 setzen, und alle unter dieser Bedingung von einem leuchtenden Punkt ausgehenden Strahlen werden sich dann in einem und demselben Punkt der Normale schneiden, d. h. jener leuchtende Punkt wird einem Auge, welches sich über ihm befindet, um $r\left(1 - \frac{1}{n}\right)$ gehoben zu sein scheinen, welches der Erfahrung gemäss ist. Uns interessirt hier dieser Fall bloss in so fern, als daraus klar hervorgeht, dass das Auge durch die Adaptirung in den Stand gesetzt ist, den relativen Ort zu bestimmen, und es ist nur noch anzuführen, dass wenn der Winkel $\varphi$ einen endlichen Werth hat, man für die Höhe, in welcher die unter einem unendlich wenig davon verschiedenen Winkel ausfahrenden Strahlen eines und desselben leuchtenden Punktes sich schneiden, findet:

$$x = r\left(1 - \frac{1}{n} \cdot \frac{\cos^3\varphi_1}{\cos^3\varphi}\right)$$

Anmerkung. Der Gleichung $x = r\left(1 - \frac{1}{n}\right)$ bedient man sich bekanntlich, um den Brechungsindex n für Flüssigkeiten oder für andere durchsichtige Substanzen mit parallelen Oberflächen zu ermitteln, falls genauere Bestimmungen für die einzelnen Farben mittelst der festen Linien des Spectrums nicht möglich sind. Nachdem r gemessen, findet man x als die Grösse, um welche ein Mikroscop verschoben werden muss, wenn es einen bestimmten Punkt in seiner Axe einmal direct und dann durch die Substanz hindurch deutlich erscheinen lässt Diesem oder jenem Le-

ser, welcher dergleichen Untersuchungen anstellen woll
das Verfahren, das dabei eingeschlagen werden muss, w
übereinstimmende Werthe erhalten will, erwünscht sein.
wöhnlichen Mikroscope sind hierzu nicht tauglich und
mich vergebens bemüht, mittelst ihrer zu einiger Genau
gelangen. Haben sie nemlich eine starke Vergrösserung,
langen sie, dass das Object dem Objectiv sehr nahe
werde, wodurch man den Vortheil verliert, die zu unte
Substanz in gehöriger Dicke anwenden zu können. I
dagegen eine schwache Vergrösserung, wie die zum Ab
bräuchlichen Mikroscope, dann ist es unmöglich, sie gen
stellen; man bleibt innerhalb eines ziemlich beträchtlich
valls vollkommen unsicher. Auch das Verfahren, das I
mit einem Fadenkreuz versehen, auf einen Theilstrich ein
und durch die Bewegung des Kopfes zu beurtheilen, ob
desselben genau an der Stelle des Fadens sich befinde,
Unsicherheit nach meinen Versuchen keineswegen. Diese
ständen zu entgehen, verfuhr ich so, dass ich das Obje
gewöhnlichen Ablese-Mikroscops an das eine Ende eines
und längeren Röhre anbrachte, den Oculareinsatz an d
Ende. Hierdurch erhielt ich eine starke Vergrösserung
man nemlich $p$ und $p_1$ die Brennweite der Objectiv- und
linse, $d$ die willkührliche Entfernung der beider Gläser, s
Vergrösserung durch das Instrument proportional $\frac{d-(p+}{p\,p_1}$
wächst also mit d.

Bei den angewandten langen Röhren war es mögl
Brechungsverhältniss von Substanzen zu bestimmen, dere
1 Zoll und mehr betrug, und zugleich liess die Empfin
des Einstellens nichts zu wünschen übrig. Es ist kein
dass durch noch längere Röhren, wenn man für die gehö
leuchtung sorgt, fast jeder beliebige Grad von Genauig
diesen Versuchen zu erreichen sein wird. Der grössere G
Empfindlichkeit beim Einstellen rührt daher, weil die En
des Objects von einer Linse mit a, diejenige des Bildes m
zeichnet, $d\alpha = -\frac{\alpha^2}{a^2}\,da$ ist, und weil folglich, bei einer
selben Linse, die Veränderung in der Entfernung des Bild

bedeutender wird, je grösser diese Entfernung, je näher also dem Brennpunkt das Object rückt.

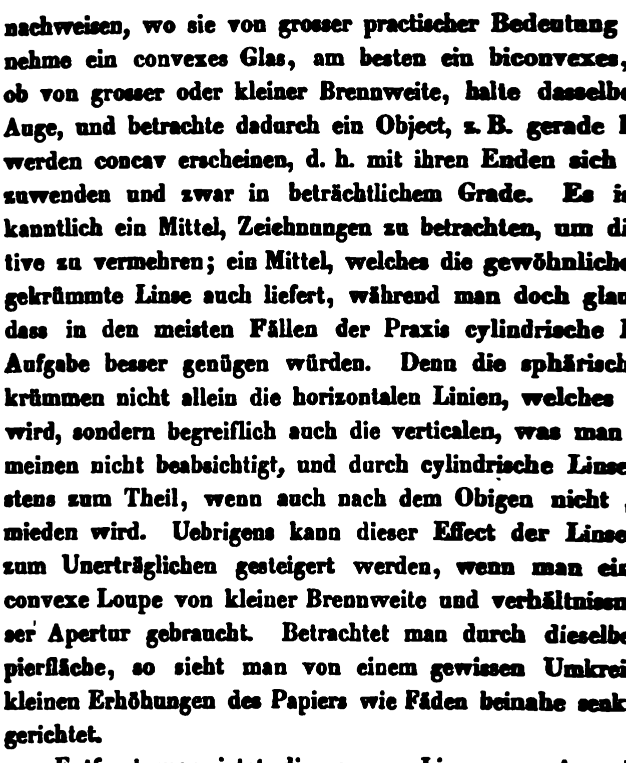
Derselben Vorrichtung habe ich mich mit grossem Vortheile bedient, die Achromasie von Objectivlinsen, namentlich der zu den Mikroscopen bestimmten, zu untersuchen. Als Object wende ich den Quecksilberfaden in einer Capillarröhre an, und sehe dann, bei nicht vollkommener Achromasie, das vom Quecksilber reflectirte Tages- oder Kerzenlicht mit breiten Farbenrändern, deren Breite davon herrührt, dass die Abweichung wegen der Farbe dem Quadrat der Entfernung des Bildes direct proportional ist.

Indem ich zu dem Schätzen der relativen Entfernung mittelst eines einzigen Auges zurückkehre, bemerke ich, dass die Erscheinung des gebrochenen Stabes auch durch ein Glasprisma hervorgebracht werden könne, welches man über eine auf Papier gezogene Linie legt. Sie erscheint gebrochen und hebt sich, und zwar um so mehr, je dicker die Glasschicht ist, durch welche ihre Strahlen sich bewegen, wie das aus dem obigen Werth von x schon zu ersehen ist.

Sehr gut stellt auch der Kalkspath Erscheinungen dieser Art dar. Da die beiden Strahlen, in welche er das Licht theilt, im Allgemeinen verschiedene Gesetze der Brechung befolgen, so erscheinen die beiden Bilder dem Auge nicht in gleicher Entfernung. Legt man z. B. ein natürliches Stück dieses Crystalls auf einen schwarzen Punkt, so erscheint der gewöhnlich gesehene höher als der ungewöhnliche und die Differenz wächst mit der Dicke des Crystalls. Ich wiederhole, dass alle diese Erscheinungen allerdings von der Brechung, die das Licht erfasst, abhängen, und dass man sie also als Beweise für diesen Prozess aufstellen, dass man sie aber nicht erklären kann, wenn man nicht die Adaptirung des Auges und das Bewusstsein, welches dasselbe über diese Thätigkeit hat, zu Hülfe nimmt — zu Anfang eines Tractats über die Refraction gehören sie also gar nicht hin.

In den angeführten Fällen löst ein Auge für sich allein schon die Aufgabe; allein die Sicherheit wächst, wie das begreiflich ist, bei Anwendung beider Augen, wovon man sich bei feineren Unterschieden überzeugen wird. Es versteht sich von selbst, dass dergleichen Urtheile des Auges desto sicherer werden, je mehr Hülfsmittel gegeben sind.

Ich werde jetzt Erscheinungen ähnlicher Art bei den Linsen



nachweisen, wo sie von grosser practischer Bedeutung nehme ein convexes Glas, am besten ein biconvexes, ob von grosser oder kleiner Brennweite, halte dasselb Auge, und betrachte dadurch ein Object, z. B. gerade l werden concav erscheinen, d. h. mit ihren Enden sich zuwenden und zwar in beträchtlichem Grade. Es i kanntlich ein Mittel, Zeichnungen zu betrachten, um di tive zu vermehren; ein Mittel, welches die gewöhnlich gekrümmte Linse auch liefert, während man doch gla dass in den meisten Fällen der Praxis cylindrische l Aufgabe besser genügen würden. Denn die sphärisch krümmen nicht allein die horizontalen Linien, welches wird, sondern begreiflich auch die verticalen, was man meinen nicht beabsichtigt, und durch cylindrische Linse stens zum Theil, wenn auch nach dem Obigen nicht mieden wird. Uebrigens kann dieser Effect der Linse zum Unerträglichen gesteigert werden, wenn man ei convexe Loupe von kleiner Brennweite und verhältnissn ser Apertur gebraucht. Betrachtet man durch dieselb pierfläche, so sieht man von einem gewissen Umkrei kleinen Erhöhungen des Papiers wie Fäden beinahe senk gerichtet.

Entfernt man jetzt die convexe Linse vom Auge Bild giebt, welches man in der Luft betrachtet, so ersc selbe convex, also umgekehrt wie in dem vorhergehe und zwar wiederum im Allgemeinen sehr entschieden. diesem Falle gar keine Schwierigkeit, abgesehen von d matischen Berechnung, schon thatsächlich nachzuweisen, Punkte, welche von dem Auge für die entfernteren erl den, auch wirklich die entfernteren sind. Denn fängt Bild auf eine matte Glastafel auf, und erscheint dasselb jenigen Theilen, welche der Axe der Linse nahe liegen, gewissen Entfernung deutlich, so wird man die Gla Linse näher bringen müssen, um die von der Axe der l fernten Theile möglichst deutlich zu sehen. Da man der camera obscura in einer bestimmten Entfernung br ist diese Differenz zwischen den centralen und perip Theilen ein Uebelstand, von dem jedes Instrument diese längliche Beweise giebt.

Die concave Linse zeigt ähnliche Erscheinungen. Gerade Linien, durch sie betrachtet, zeigen sich convex, d. h. mit ihren entfernteren Theilen von der Linse abgewendet.

Sehr zu beachten sind in dieser Beziehung die Gläser, welche auf der einen Seite plan sind oder überhaupt einen grösseren Radius der Krümmung haben. Wendet man eine planconvexe Linse als Loupe an, so lehrt die Theorie, dass man die ebene Seite dem Object und also die gekrümmte dem Auge zuwenden müsse. Denn die Theorie berücksichtigt zwei Fehler der Linsen, die chromatische und die Abweichung wegen der sphärischen Krümmung. Für die erstere ist es gleichgültig, ob man die Linse nach der einen oder der andern Seite richtet; was jedoch die Längenabweichung betrifft, so zeigt die Theorie, dass sie beinahe viermal grösser ist, wenn man die convexe Seite dem Object und die plane dem Auge zuwendet, als bei umgekehrter Stellung. Somit müsste man die planconvexen Loupen mit der ebenen Seite nach dem zu betrachtenden Gegenstand gebrauchen.

Das jedoch fällt keinem Beobachter ein; er hält die Loupe stets umgekehrt!

Sollte noch ein Zweifel hierüber obwalten, so betrachte man die Stellung eines planconvexen Oculars, durch welches ein Bild, sei es im Fernrohr oder Mikroscop, gesehen wird. Man wird stets die gekrümmte Seite dem Bilde zugekehrt finden.

Die Theorie der Abweichung der Lichtstrahlen wegen der Kugelgestalt ergiebt ferner, dass es vortheilhafter sei, sich einer biconvexen Linse gleicher Krümmung zu bedienen, als einer planconvexen, deren ebene Seite den parallelen Strahlen ausgesetzt sei. Hierüber ist die Theorie eben so wenig mit der Erfahrung übereinstimmend, wie nicht allein sämmtliche Oculare sondern auch die camera obscura zeigt. Somit ist es gewiss, dass in der Theorie ein Umstand übersehen sein muss, wodurch der Widerspruch hervorgebracht wird.

Um diesen Umstand kennen zu lernen, wollen wir die planconvexen Linsen mit Rücksicht auf den vorliegenden Gegenstand untersuchen. Sie zeigen dieselben Erscheinungen, als die biconvexen Gläser, mögen sie als Loupen oder zum Hervorbringen eines Bildes angewandt werden; allein sie zeigen sie in sehr verschiedenem Maasse, je nachdem die eine oder andere Seite dem Object zugewandt wird. Wenn sie als Loupe dienen, so sind die

Krümmungen ungleich bedeutender, sobald die plane dem Object gerichtet ist; lässt man durch sie jedoc entstehen, so ist dasselbe stärker gewölbt, wenn d Seite nach dem Bilde sieht. Aus der ersteren Tha man practisch wohl zu beachten hat, ergiebt sich d welcher diese Linse angewandt werden muss, in Uebere mit der Erfahrung. Zugleich überzeugt man sich, dass Umständen der Theil des Bildes, welcher die Axe der giebt, ungekrümmt und unverzerrt bleibt, und dass di rungen von den höheren Gliedern abhängen, die man wöhnlichen Betrachtung der Linse vernachlässigt, d. chen Punkten, welche mit der Linse einen zu gros bilden, als dass man ihn für unendlich klein ansehen l

Aehnlich der planconvexen verhält sich die j Linse. Sieht man durch sie hindurch, so krümmt sie ( Linien in verschiedenem Grade, je nachdem sie geh Sie krümmt am wenigsten, wenn die plane Seite nac ject gerichtet ist, und in dieser Stellung wird diese Lir lenglas angewandt.

Fasst man das Bisherige zusammen, so ergiebt sich

1) dass die Punkte des Objects sich desto frühe je weiter sie von der Axe entfernt sind. Wir setz dass das Object sich in einer Ebene befinde, welche auf die Axe gerichtet ist. Sein Bild wird sich dann in einer Ebene befinden, vielmehr werden die entfernte davon abweichen, und diese Abweichung könnte man d chung von der Ebene nennen.

2) dass diese Abweichung bei einer Linse mit ı Radien von der Stellung der Linse abhänge.

3) dass der Uebelstand, der hieraus hervorgeht, bei pen und Ocularen bedeutender ist, als die Abweichu der Kugelgestalt, welche von der Apertur bedingt ist, wenn beide Abweichungen collidiren, die Entscheidung Bedingungen der Abweichung ad 1. von der Prax fen wird.

4) dass weil man die in Rede stehende Abweichun bekannt, *) niemals in Betracht gezogen hat, die Th

*) Ich muss mir die Bemerkung erlauben, dass dieser Ab

chen Instrumente in Widerspruch mit der Praxis getreten
diesen Instrumenten wahrscheinlich die Vollendung nicht
en lassen, die zu erreichen möglich gewesen wäre. Merk-
ist es übrigens, dass man den Widerspruch der Theorie
Praxis bei den Loupen und Ocularen nicht hervorgeho-
, da er zu Tage liegt.

ıs die Objectivlinsen anbetrifft, so ist zu bemerken, dass
des Mikroscops beide Arten von Abweichung dieselbe
; der Linse verlangen, nemlich mit der convexen Seite
m Object, mit der planen oder der weniger gekrümmten
m Bilde. Bei den Objectiven der Fernröhre dagegen ist
vexere Seite nach dem Object gewandt, und dies rührt
dass diese Instrumente im Allgemeinen ein kleines Ge-
d haben, wo dann die Abweichung von der Ebene nicht
utend ist; ferner daher, dass die letztere Abweichung un-
t gleichen Umständen desto kleiner wird, je grösser die
ung des Objects. Daher steht die Objectivlinse der Fern-
wie es die Abweichung wegen der Kugelgestalt nöthig
Inzwischen sieht man auch bei Fernröhren von verhält-
sig grösserem Gesichtsfeld den Mond nicht als Scheibe,
gewölbt und man kann wohl nicht zweifeln, dass wenn
orie den aufgestellten Gesichtspunkt beachten wird, sie
nröhren eine grössere Vollkommenheit, namentlich in Be-
das Gesichtsfeld wird ertheilen können.

rigens ist nicht zu vergessen, dass wir es hier mit diop-
Prinzipien nicht zu thun haben, dass wir nur beabsichti-
zeigen, wie ein Auge allein durch die Adaptirung den re-
Ort der Objecte erfahre, und somit bleibt uns nur nach-
n übrig, dass die Krümmungen ebener Gegenstände, zu
die Linsen Veranlassung geben, auch wirklich in der
hrer Brechung liege, und dass das Auge somit richtig
le.

en r und $\varrho$ die Radien einer Linse; wir nehmen dieselben
wenn sie zu einer convexen Fläche gehören. d die
er Linse, n das Brechungsverhältniss ihrer Substanz.

---

t der ganze Artikel bereits 1841 geschrieben worden ist, als die-
des Repertoriums erscheinen sollte.

In dem Abschnitt „Weg der Lichtstrahlen
sich die Gleichung (III)

$$\varphi_i = (4i + 3,a)\, w,$$

wo w der Winkel ist, den der noch ungebroche
Axe bildet; $\varphi_i$ derselbe Winkel nach der Brec
Linsen. a ist die Entfernung von der vorder
wo der noch ungebrochene Strahl die Axe tr
man nur eine Linse, so ist i = o, und die let
über in:

$$\varphi = (3,a)\, w.$$

Wenn die Bedingung gestellt wird, dass de
nem Austritt aus der Linse seiner ursprüngliche
lel sei, so muss $\varphi = w$, also $(3,a) = 1$ sein. N
dieser Bedingung entsprechenden Werth von

$$A = \frac{1 - (3.2)}{(3,1)}.$$

Dieser Werth A giebt die Lage des erster
Linse, und wir fügen noch bei, dass man nach
Abschnitt gebrauchten Bezeichnung hat

$$(3) = \frac{n-1}{\varrho},$$

$$(2) = -\frac{d}{n},$$

$$(1) = \frac{n-1}{r},$$

wonach man A leicht berechnet.

Der Strahl, welcher die Axe in einer Entfe
ersten Fläche gemessen, treffen würde, geht a
chung durch die Linse seiner ursprünglichen I
Er wird dann die Axe in einer Entfernung B
Linsenfläche treffen, und diese Entfernung erh
wenn man in dem Werthe von A,r mit $\varrho$ vertau

Daher ist $$B = \frac{1 - (2.1)}{(3,1)}.$$

Der so gefundene Punkt ist der andere Hauptpu

Da diese beiden Hauptpunkte von grosser W
Betrachtung der Linse sind, so wollen wir ihre La
Art noch abzuleiten suchen. Es giebt bekanntlich
nen Punkt in der Axe, welcher die Eigenschaft h
Lichtstrahl durch ihn hindurchgeht, er nach der Br

Linse denselben Winkel mit der Axe bildet als zuvor. Bei einigen Schriftstellern heisst dieser Punkt der optische Mittelpunkt, und Strahlen, die durch ihn gehen, Hauptstrahlen. Man erhält ihn, wenn man an die Flächen der Linse zwei parallele Radien zieht und die Punkte, wo sie die beiden Oberflächen treffen, durch eine Gerade verbindet. Der Durchschnitt dieser Geraden mit der Axe der Linse ist der verlangte Punkt, und man sieht hieraus sogleich, dass derselbe um $d \cdot \frac{r}{r+\varrho}$ von der Vorderfläche und um $d \cdot \frac{\varrho}{r+\varrho}$ von der hinteren entfernt liegt.

Der so bestimmte Punkt geniesst seine Eigenschaft ganz allgemein, d. h. für alle Strahlen, sie mögen unter grossem oder kleinem Winkel einfallen. Da alle sogenannten Hauptstrahlen durch ihn gehen, so kann man ihn, optisch genommen, als einen leuchtenden Punkt ansehen, und die Brechung der von ihm ausgehenden Strahlen durch die beiden Linsenflächen bestimmen. Dies geschieht nach der bekannten Formel $\frac{1}{\alpha} = \frac{n}{a} - \frac{n-1}{r}$, wo a die Entfernung des Objects, $\alpha$ die des Bildes ist, beide von der brechenden Oberfläche nach derselben Seite hin gemessen. Setzt man hierin nunmehr für a die Entfernung des optischen Mittelpunkts oder $d \cdot \frac{r}{r+\varrho}$, so erhält man für $\alpha$ die Entfernung des ersten Hauptpunkts, das obige A; und wenn man r mit $\varrho$ vertauscht, die Entfernung des zweiten Hauptpunkts oder B.

Auch leuchtet aus dieser Ableitung die Eigenschaft der beiden Hauptpunkte ein. Denn zieht man durch den optischen Mittelpunkt eine Linie, welche einen Lichtstrahl repräsentirt, und erleidet derselbe an beiden Flächen der Linse eine Brechung in der Luft, so ist jeder der beiden gebrochenen Strahlen auf seinen Hauptpunkt gerichtet, und dabei bilden sie gleiche Winkel mit der Axe, da sie parallel sind. Wie man sieht, ist die Gleichheit der Winkel das Charakteristische der beiden Hauptpunkte; denn sähe man von dieser Gleichheit ab, so gäbe es für jeden beliebigen Punkt in der Axe von einer oder von i + 1 Linsen einen anderen correspondirenden Punkt, von der Eigenschaft, dass alle Strahlen, die vor der Brechung auf den ersten Punkt gerichtet waren, von dem zweiten zu kommen scheinen, nachdem sie sämmtliche Brechungen erfahren haben, und zwar ergiebt sich

dies aus der Gleichung VII des erwähnten Abschnitts,

$$d_i = \frac{(4i + 2,a)}{(4i + 3,a)},$$

also unabhängig von dem ursprünglichen Winkel w ist

Dies Verhältniss jedoch, in welchem je zwei c rende Punkte in der Axe des Linsensystems zu einan gilt eben so, wie die Eigenschaft der beiden Hauptpu für Strahlen, die mit der Axe unendlich kleine Winl Das letztere ist aus dem Vorigen leicht zu entnehmen. des optischen Mittelpunkts nemlich ist ganz allgemei Strahlen, unter welchem Winkel sie auch geneigt seien mel jedoch, durch welche wir vorher aus der Lage di tes diejenige der beiden Hauptpunkte ableiteten, gilt nur len, deren Winkel mit der Axe unendlich klein sind. ergiebt sich, dass die Hauptpunkte einer Linse nur fü der letzteren Art gelten.

Die letzte Gleichung zwischen $\alpha_i$ und a geht fü einer einzigen Linse über in

$$\alpha = \frac{(2,a)}{(3,a)} = \frac{a(2,1) + (2)}{a(3,1) + (3,2)},$$

wo $\alpha$ die Entfernung von der hinteren Linsenfläche b welcher der gebrochene Strahl die Axe trifft.

Befindet sich nun ein leuchtender Punkt in der Ax a vor der ersten Fläche, so hat man in der letzten Gl negativ zu nehmen, und erhält für die Entfernung sei die Gleichung

$$\alpha = \frac{(2) - a(2,1)}{(3,2) - a(3,1)} \ldots . \text{XII.}$$

Nimmt man an, dass paralleles Licht auf die Vo falle, so ist $a = \infty$, und daher

$$\alpha = \frac{(2,1)}{(3,1)} \text{ als die eine Brennweite.}$$

Fällt paralles Licht auf die hintere Fläche der Lin $\alpha = \infty$, und auf ähnliche Weise

$$a = \frac{(3,2)}{(3,1)} \text{ als die andere Brennweite.}$$

Die beiden Brennweiten liegen also von den entspr

Flächen gemessen, verschiedentlich entfernt; allein ihre Entfernung von den entsprechenden Hauptpunkten, welche vorher bestimmt worden sind, ist dieselbe und zwar $\frac{1}{(3,1)}$. Bezieht man nun auch die Entfernung des Objects und diejenige des Bildes auf den correspondirenden Hauptpunkt, so erhält man die gewöhnliche Formel für die sphärische Linse, wonach die Summe der reziproken Grössen der Entfernung des Objects und Bildes, der reziproken Brennweite gleich ist, d. h. = (3,1). Diesen Satz hat Möbius über ein System von beliebig vielen Linsen aufgestellt, und Bessel hat ihn für den Fall bewiesen, in welchem die Dicke der Linsen nicht vernachlässigt wird.

Setzt man in XII a = o, setzt man also voraus, dass der leuchtende Punkt die Linse und zwar an ihrer Axe berühre, so erhält man

$$\alpha = \frac{(2)}{(3,2)} = \frac{d:n}{\frac{n-1}{\varrho}\cdot\frac{d}{n} - 1},$$

und wenn man diesen Werth von d, oder der Linsendicke, abzieht, so ergiebt sich die Verschiebung, welche der leuchtende Punkt erfährt, und welche bewirkt, dass er einem darüber schwebenden Auge gehoben erscheint.

Es mag nun der bisher in der Axe angenommene leuchtende Punkt sich ausserhalb derselben befinden; seien x und y die Coordinaten desselben, wo x dieselbe Bedeutung hat als vorher a, y jedoch die senkrecht gemessene Entfernung des Punktes von der Axe bezeichnet. Es wird vorausgesetzt, dass auch für die Strahlen dieses Punkts die Winkel als unendlich kleine angesehen werden. Unter dieser Bedingung kennt man sogleich die Lage eines von der Linse gebrochenen Strahles, desjenigen nemlich, welcher vor der Brechung auf den ersten Hauptpunkt gerichtet ist. Er wird nach der Brechung auf den zweiten Hauptpunkt gerichtet sein, und zwar unter demselben Winkel, welcher aus den Grössen x und y und aus der Lage des ersten Hauptpunkts als bekannt anzusehen ist. Um den Ort des Bildes zu erfahren, ist die Lage eines zweiten gebrochenen Strahls zu wissen nöthig dessen Durchschnittspunkt mit dem ersteren, für den Fall unendlich kleiner Winkel den Ort des Bildes bedeutet. Wählt man hierzu den Strahl, der auf den Axenpunkt der vorderen Linsen-

fläche gerichtet ist, so ist der Winkel, den er mit der Brechung bildet, oder $w = \frac{y}{x}$, und dieser Str Obigen zufolge, nach der ersten Brechung auf einen Axe gerichtet sein, der um die Grössen $\frac{(2)}{(3,2)}$ von Fläche der Linse entfernt liegt. Nach der zweiten l der Strahl den Winkel $\varphi$ mit der Axe, so hat man Gleichungen $\varphi = (3,a) w$, und da hier $a = 0$, so ist tur der Ausdrücke unter der Klammer $\varphi = (3,2) w$.

Nennt man nunmehr $x_1$ und $y_1$ die Coordina tes, wo beide Strahlen sich schneiden und also unt ten Voraussetzung, der leuchtende Punkt sich abbil sich leicht

$$x_1 = \frac{(2) - (2,1) x}{(3,2) - (3,1) x}.$$

Wie man sieht, ist dieser Werth von $x_1$ nur gig, aber nicht von y. Er bleibt also ungeändert, Punkt liege nun in der Axe oder ausserhalb, wenn bleibt. Man kann dies Resultat auch so ausdrück Object ein System von Punkten gegeben ist, die und derselben Ebene, senkrecht auf der Axe der I dann werden die Bilder dieser Punkte gleichfalls derselben Ebene liegen, die senkrecht auf der Axe

Somit ist hier noch nichts von einer Krümmu wie die Erfahrung sie uns vorher an den Linsen Allein das Vorige gilt nur für Objecte von so ger nung, dass die Annahme unendlich kleiner Winkel und für so kleine Objecte lässt auch das Experiment mung wahrnehmen. Anders jedoch verhält sich die man das Gesichtsfeld grösser annimmt, so das man kel, den dasselbe umschliesst, die Voraussetzung une Winkel aufgeben muss. Die interessantere von den i sprochenen Erscheinungen bietet die planconvexe I ich werde an einer bestimmten, mir vorliegenden Art zeigen, dass dasjenige, was das Auge über di über die verschiedene Krümmung, je nachdem halten wird, behauptet, vollkommen begründet sei,

selbe also den relativen Ort der gesehenen Punkte richtig beurtheile.

Es sei demnach eine planconvexe Linse von einem Radius r = 7 Linien, von einer Dicke = 2‴ und einem Werthe von n = 1,53. Die Oeffnung der Linse setze ich absichtlich so klein (= $\frac{1}{12}$stel Linie), dass die Abweichung wegen der Kugelgestalt ganz unerheblich sei. In der Axe der Linse und 63‴ von ihrer Vorderfläche entfernt, befinde sich ein leuchtender Punkt, so wird die Entfernung seines Bildes nach den vorigen Formeln betragen:

15‴,404, wenn die convexe Seite dem Object zugewandt ist.
16‴,621 - - plane - - - - - -

Es befinde sich nun ein zweiter leuchtender Punkt vor der Linse, dessen Coordinaten x und y respective 63‴ und 10‴ betragen, so dass dieser Punkt also mit dem vorigen in einer und derselben senkrecht auf der Axe gerichteten Linie liege, und mit dieser Axe an der Vorderfläche einen Winkel von 9° 1′ 10″ bilde, für welchen die Annahme des Unendlich kleinen nicht erlaubt ist. Nimmt man von diesem leuchtenden Punkt zwei Strahlen, den einen gerichtet auf die vordere Fläche der Linse, da wo sie die Axe trifft, den zweiten auf einen um 0‴,25 entfernteren Punkt (welches der letzte Strahl ist, der von der vorderen Fläche noch gebrochen werden könnte) und führt man die Rechnung nach den strengen Formeln, so erhält man x, oder die Coordinate des abgebildeten Punktes von der hinteren Fläche der Linse gemessen:

14‴,468, wenn die convexe Seite der Linse nach dem Object gekehrt ist,
15,966, wenn die plane Seite der Linse nach dem Object gekehrt ist.

Hieraus ergiebt sich also, dass dieser Punkt ausserhalb der Axe sich in beiden Lagen, der Linse näher abbilden wird, als der Punkt in der Axe selbst, und dass folglich die geraden Linien im Bilde sich so krümmen werden, wie die Erfahrung es zeigt, und das Auge es beurtheilt.

Es folgt zweitens, dass bei der einen Stellung der Linse, wenn nemlich die convexe Seite nach dem Object gekehrt ist, die Krümmung der abgebildeten geraden Linie stärker sein wird, als in der entgegengesetzten Lage. In dem ersteren Fall ist nemlich die Differenz der Bildweiten beider Punkte 0‴,936, während

dieselbe bei der entgegengesetzten Stellung der Linse beträgt.

Diese Resultate bleiben dem Wesentlichen nach wenn das Object entfernter angenommen wird; allei schiede sind dann nicht so bedeutend. Steht die c dem Object zugewandt, und ist dasselbe ein unend ter Punkt in der Axe, so findet man für die vori Entfernung des Brennpunkts 11''',90.

Bildet der leuchtende Punkt, wie vorher mit Winkel 9° 1′ 10″ und ist derselbe wiederum unend so findet man für $x_1$ den Werth 11'''35. Somit betr schied der Brennweiten 0''',55, wenn die convexe S rallelen Strahlen empfängt; sie beträgt dagegen (=13''',21—12,78) wenn die ebene Seite nach dem Punkt hinweist.

Wie man sieht, ist die Krümmung der ebenen Bilde einer und derselben Linse, desto unmerklicher, Object von der Linse sich entfernt, obgleich der G derselbe bleibt; ferner ist auch der Unterschied de je nachdem die Linse gehalten wird, unbedeutender ferneren Gegenständen. Daher kömmt, dass bei de sen der Fernröhre, wenn sie planconvex sind, die c nach Aussen gewandt werden kann.

Wir sind nunmehr zu dem Punkt gelangt, wo Untersuchung zu führen beabsichtigten. Ein einziges also der Aufgabe, den relativen Ort der gesehenen bestimmen, und daher das Relief zu beurtheilen. Es die Adaptirung, und daher kann man das Vorhergehe einen Beweis für diese Thätigkeit ansehen, die man häufig hat absprechen wollen. Ja nicht bloss dies bedarf es, sondern auch des Bewusstseins darüber, man die besprochenen Thatsachen nicht erklären. Eine S scheint bei der Adaption vorhanden zu sein, nämlich heit zu erklären, womit das Auge sie bewirkt. Auf gerichtet, adaptirt es sich sehr rasch und man spürt einem Schwanken, einem Probiren, dem wir uns unte sen, wenn wir ein optisches Instrument einstellen w aus dem Anfangs undeutlichen Bilde nicht abnehmen cher Richtung die nothwendige Veränderung getrof

muss. Allerdings ist ein einziges Auge über die relative Lage zweier Punkte, wenn ihre Entfernung sich wenig unterscheidet, unsicher; allein dann ist der Unterschied in der Adaptirung unbedeutend, und das Auge verbleibt in der Unsicherheit, wenn es nicht durch die Hülfe des anderen Auges unterstützt wird. Ist der Unterschied dagegen grösser, betrachtet man z. B. das Bild, welches eine convexe Linse giebt, dann beurtheilt das Auge ohne Schwanken die gekrümmte Gestalt von Gegenständen, die ihm sogar anderweitig als eben bekannt sind. Die Sicherheit ist in diesem Fall so gross, und die Erscheinung stellt sich jedem Auge, selbst wenn es niemals zu dergleichen Versuchen hinzugezogen worden, mit solcher Leichtigkeit dar, dass die Vermuthung erlaubt ist, die Adaptirung spiele bei der Beurtheilung des Reliefs im Allgemeinen eine wichtige, nicht bloss secundäre Rolle.

---

## Das Myopodiorthoticon.

Unter diesem Namen hat Berthold in Göttingen ein Instrument beschrieben *), welches die Aufgabe hat, den Fehler der Kurzsichtigkeit zu verbessern. Folgende Beschreibung wird dasselbe, so viel zur Ausführung nöthig ist, erkennen lassen. An einem nach gewöhnlicher Art eingerichteten Lesepulte sind zwei aufrecht stehende Säulen befestigt, auf welchen eine horizontale Querleiste hinauf und herunter bewegt, und in einer beliebigen, mittelst einer angebrachten Skala zu messenden Entfernung, befestigt werden kann. Die Queerleiste trägt in ihrer Mitte ein Brett mit einem Ausschnitt für die Nasenwurzel, um den Kopf darauf zu legen, und die Augen in einer bestimmten Entfernung von einem auf dem Pulte liegenden Buch zu erhalten. Beträgt diese Entfernung das Maximum derjenigen, in welcher der Kurzsichtige noch bequem zu lesen vermag, und übt er dies einige Zeit, so kann er die Queerleiste nun höher stellen und so fortschreitend in immer grösseren Entfernungen lesen.

Ich habe ein solches Instrument anfertigen lassen, und sowohl an mir als einigen anderen Personen Versuche mit demselben angestellt, welche Berthold's Erfahrungen vollkommen bestätigten.

*) Göttinger gelehrte Anzeigen. Jahrgang 1840. Stück 66.

Namentlich ist es einem meiner Zuhörer gelungen, ‹
25 Tagen schon um 14 Linien entfernter von den
ten als Anfangs. Dass aber die Kurzsichtigkeit im A
bei vermindert worden sei, scheint mir aus Gründe
scheinlich, die ich anführen werde. Um hierüber
suche anzustellen, hatte ich vor und während des
Instruments das im Abschnitt über die Adaptirun
Instrument angewandt. Obgleich dasselbe keine g
keit zulässt, so konnte es doch dazu dienen, eine
liche Veränderung in der Güte des Auges anzuzei
erwähnten Studirenden fand sich die grösste Entfe
Einfachsehen der Spitze, vor dem Gebrauch des
52''',6 als Mittelwerth aus fünf Versuchen. Nach
des Instruments fand sich dieselbe Entfernung an
der folgenden Tagen, und zwar wiederum im Mitte
suchen = 53,1 53,3 51,4.

In der Zwischenzeit war die Seheweite, wie g
grösser geworden, wovon, wie man sieht, das Op
oder nichts angiebt. Die unter sich abweichenden
men auf Rechnung der Unsicherheit des Optometer
der grössten Sorgfalt nicht vermeiden lässt. So er
eine Beobachtungsreihe folgende Werthe 52,
54,
52,5
50,5
56,5
Mittel 53,1

Nur das lehren diese Versuche am Optometer,
sichtigkeit, wenn überhaupt, dann doch nicht in den
nahm, als die Leseweite grösser wurde. Es muss al
stand geben, der die Leseweite zu vergrössern verm
gerade die Güte des Auges sich verändere, und diese
mir bei dem Gebrauch des Berthold'schen Instrum
gende Art. Das Lesen wird durch ein sehr oberfl
sches Sehen bewirkt, wobei nur einzelne Buchstabe
der Worte wahrgenommen, dabei Vorangehendes un
was folgt, mit berücksichtigt wird. Will man sich
oberflächlichen Sehen überzeugen, so beachte man,
andere Anstrengung es erfordert, wenn man Gedru

Correctur zu lesen hat, obgleich auch hier noch nicht das Genaueste Sehen angewandt wird. Was nun das gewöhnliche, oberflächliche Sehen anbetrifft, so ist hierin, mit Bezug auf jede Art von Objecten, eine Uebung möglich; das Auge gewinnt mehr und mehr Kennzeichen, die sein Geschäft erleichtern, wie das Jedem, der seine Sinne beachtet, hinlänglich bekannt ist. Gewöhnt man sich eine Zeit lang dieselbe Art Gedrucktes zu lesen, wie Berthold dies anräth, dann wird die Folge sein, dass man dasselbe noch leichter als Anfangs erkennt, und so wird man es bald entfernter halten können. Ich glaube, dass bei dem Gebrauch des Instruments nichts anderes eintrete, und dass, wo dieser Zweck beabsichtigt wird, es gute Dienste leisten wird.

Da jedoch der Gegenstand das Interesse so vieler Menschen berührt, so überlasse ich die Entscheidung hierüber den Sachkennern und erlaube mir noch folgende hierher gehörige Betrachtungen beizufügen.

Man scheint ziemlich allgemein anzunehmen, dass die Kurzsichtigkeit durch häufiges Sehen in grosse Entfernungen gehoben oder doch vermindert werden könne, und beruft sich dabei einerseits auf Leute, wie Schiffer, Jäger, welche in grosse Entfernungen sehen, und weitsichtig sind, und andererseits auf Leute, deren Beschäftigungen in grosse Nähe vollführt werden, und welche kurzsichtig sind. So überaus häufig Erfahrungen dieser Art auch sein mögen, so hat es doch wohl noch Bedenken, ob das, was man daraus schliesst, auch wirklich daraus folge. Nach dem, was so eben über das oberflächliche Sehen und über die Uebung bemerkt worden ist, welche das Auge im Erkennen von Gegenständen sich aneignet, ist es begreiflich, dass Jemand, auch wenn er noch so geeignete Augen hat, auf der Jagd oder von entfernten Schiffen das nicht erkennen wird, was der in dergleichen Dingen Geübte mit Leichtigkeit erkennt. Etwas Aehnliches findet mit Bezug auf das Erkennen sehr naher Gegenstände statt. Dem guten Auge wird dies Anfangs nicht leicht; aber die Uebung wird auch hier viel thun; sie wird nach einiger Zeit ein Erkennen von gewissen Objecten in grosser Nähe möglich machen, obgleich das Auge hierbei nicht kurzsichtiger geworden ist. Hierzu kömmt noch eine Betrachtung, die für den vorliegenden Gegenstand nicht unberücksichtigt bleiben dürfte. Individuen, welche von ihrer Jugend an kurzsichtig sind, werden schon desshalb, und zwar mit

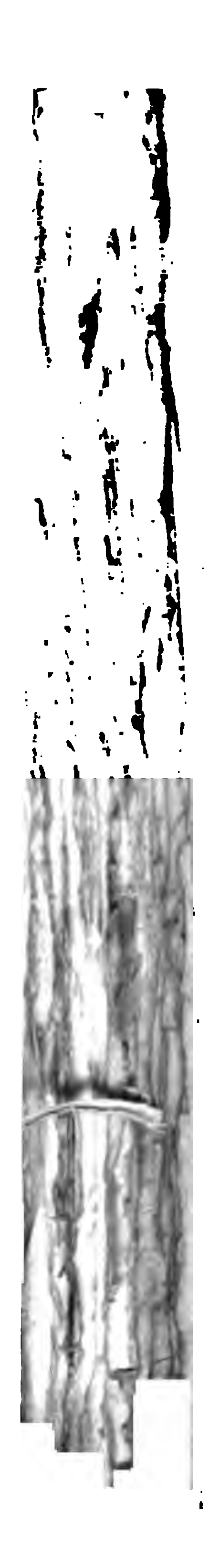
einiger Nothwendigkeit, auf Beschäftigung hingefüh[...] ser Nähe vorgenommen werden, umgekehrt diej[...] von Jugend auf weitsichtig sind. Wenn man fol[...] gung in grosser Nähe mit Kurzsichtigkeit und B[...] grosser Entfernung mit Weitsichtigkeit begleitet [...] man sich zu hüten haben, hierbei Ursache und [...] zu verwechseln. —

Königsberg, im October 1841.

---



# Namenregister.





---

Gedruckt bei Julius Sittenfeld in Berlin, Johannisstrasse

